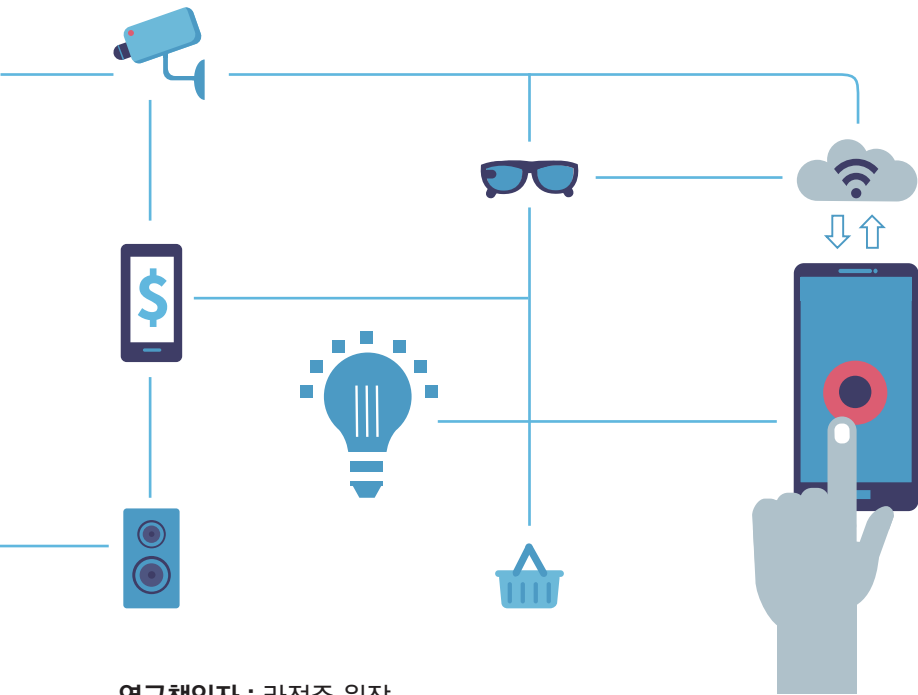


사물인터넷 활성화에 따른 경제적 파급효과

2021. 06.



연구책임자 : 라정주 원장

참여연구원 : 추문갑 중소기업중앙회 경제정책본부장

연구진

연구책임자 라 정 주 파이터치연구원 원장

참여연구원 추 문 갑 중소기업중앙회 경제정책본부장

요 약	i
I. 서론	1
1. 연구배경 및 목적	3
2. 연구방법 및 범위	5
II. 사물인터넷 관련 현황	7
1. 사물인터넷 사업체 현황	9
2. 유망 사물인터넷 서비스 분야	11
III. 경제적 파급효과	13
1. 분석모형 설계	15
2. 정량분석 절차 및 파라미터 값	16
3. 정량분석 결과	20

IV. 발전방향	27
1. 개방형 사물인터넷 플랫폼 구축	29
2. '엣지 컴퓨팅' 기술 도입	30
부록	33
참고문헌	44

표 목 차

〈표 3-1〉 파라미터 값	19
〈표 3-2〉 관측치와 모형산출 값 비교	19
〈표 3-3〉 IoT 활성화에 따른 변수 변화율	24
〈표 3-4〉 IoT 활성화에 따른 거시변수 변화율	25
〈표 3-5〉 주요 거시지표	26
〈표 3-6〉 IoT 활성화에 따른 주요 파급효과(실물단위)	26

그림 목 차

〈그림 2-1〉 IoT 사업체수	9
〈그림 2-2〉 IoT 사업체 종사자수	10
〈그림 2-3〉 IoT 서비스 매출액	10
〈그림 2-4〉 향후 활성화가 예상되는 IoT 서비스 분야(단위, %)	11
〈그림 3-1〉 모형의 틀	15
〈그림 3-2〉 정량분석 절차	16
〈그림 3-3〉 IoT 활성화에 따른 주요 파급효과	21

요 약

1. 서론

본 연구는 사물인터넷을 활성화할 경우 어떠한 경제적 파급효과가 발생하는지 체계적으로 분석한다.

2. 사물인터넷 관련 현황

가. 사물인터넷 사업체 현황

첫째, 사물인터넷 사업체수는 2015년 1,212개에서 2019년 2,313개로 약 2배 증가했다.

둘째, 사물인터넷 사업체 종사자수는 2015년 5만 7천명에서 2019년 29만 6천명으로 약 4.7배 증가했다.

셋째, 사물인터넷 서비스 매출액은 2015년 5,029억원에서 2019년 28,677억원으로 약 5.7배 늘어났다.

나. 유망 사물인터넷 서비스 분야

사물인터넷 사업체 2,313개를 대상으로 실시한 2019년 설문조사에 따르면, 향후 활성화가 예상되는 사물인터넷 서비스 분야는 헬스케어, 의료, 복지 부문(26.1%), 스마트홈 부문(15.1%), 자동차, 교통, 항공, 우주, 조선 부문(14.9%), 에너지, 검침 부문(10.1%), 제조 부문(10.0%), 건설, 시설물 관리, 안전, 환경 부문(7.3%), 금융 부문(5.5%), 기타(10.9%) 순이다.

3. 경제적 파급효과

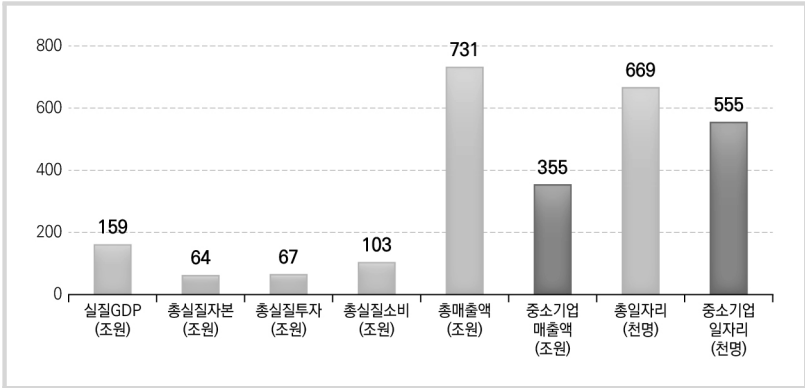
가. 분석모형

본 연구의 분석모형은 Lucas(1978)의 통제범위 모형을 준용하여 기업의 분포를 반영한 동태일반균형모형이다.

나. 분석결과

사물인터넷을 활성화하면, 실질GDP, 총실질자본, 총실질투자, 총실질 소비가 각각 159조원, 64조원, 67조원, 103조원 증가한다. 또한, 총매출액과 총일자리가 각각 731조원, 669천명 늘어나고, 중소기업의 경우는 각각 355조원, 555천명 증가한다.

그림-요약 1 사물인터넷 활성화에 따른 주요 파급효과



4. 발전방향

가. 개방형 사물인터넷 플랫폼 구축

사물인터넷을 활성화하기 위해서 사물인터넷 플랫폼은 공공에서 제공하면서 사물인터넷 애플리케이션 사업은 국민들에게 개방하는 것이 필요하다. 일반 플랫폼 사업자는 기존에 확보한 시장지배력을 이용하여 애플리케이션 사업까지 장악하려는 유혹에 빠지기 쉽기 때문이다.

개방형 사물인터넷 플랫폼을 구축하는 것은 국민들에게 일할 기회를 공평하게 나눠줄 수 있는 좋은 방안이기도 하다.

나. '엣지 컴퓨팅' 기술 도입

사물인터넷을 활성화하기 위해서 '클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing)' 방식 대신 '엣지 컴퓨팅(Edge Computing)' 방법을 도입해야 한다. 이 방법을 사용하면, 수집된 데이터를 로컬 단위로 처리하기 때문에 데이터 전송속도가 빨라지고, 보안 취약 문제도 상당부분 해소된다.

'엣지 컴퓨팅' 방법을 사용하기 위해서 접근점(Access Point)만 유선 '와이파이'를 사용하면서 일정한 간격으로 무선 '와이파이'와 연결하는 '메쉬 네트워크(Mesh Network)'를 활용하는 것이 타당하다. '메쉬 네트워크' 내에서는 데이터를 무제한으로 사용할 수 있기 때문에 데이터 비용도 크게 줄일 수 있다.

사물인터넷 활성화에 따른
경제적 파급효과

I. 서론

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

2016년 이세돌 9단이 인공지능 알파고에 바둑을 지면서 4차 산업혁명에 대한 관심이 크게 폭발했다. 바둑은 인공지능이 사람을 대체할 수 없는 대표적인 영역이었다. 그러나 인공지능이 바둑에서도 충분히 인간을 능가할 수 있다는 것이 눈으로 확인되는 순간이었다. 즉, 4차 산업혁명으로 인해 기술이 크게 발전하여 인공지능이 고도의 생각을 요구하는 영역에서 인간을 대체할 수 있게 된 것이다. 이러한 이유로 4차 산업혁명은 인간을 대체할 수 있는 인공지능의 출현을 의미한다.

인간 고유의 영역이었던 비반복적인 업무를 대체할 수 있는 인공지능이 출현한 4차 산업혁명시대를 대표할 수 있는 분야는 ‘사물인터넷(Internet of Things, IoT)’이다. 왜냐하면, 비반복적인 업무를 하는 인공지능이 핵심역할을 하는 분야이기 때문이다. IoT는 세상에 존재하는 다양한 사물들을 상호 연결하여 하나의 사물이 제공하지 못했던 새로운 스마트 서비스를 제공하는 것을 의미한다. 예를 들면, 냉장고를 스마트 폰과 연결하여 냉장고 내부에 보관된 음식물이 상하면 자동으로 알려주는 서비스의 경우이다. 냉장고의 음식물 상태 관련 데이터를 반복적으로 스마트 폰에 보내주는 일은 반복적인 업무이지만, 그 음식물이 부식될 경우 경고 신호를 보내주는 것은 판단을 요구하는 불규칙적인 일이다. 이렇게 스마트한 서비스를 제공하는데 핵심 역할을 하는 것이 바로 인공지능이다.

IoT는 아직 활성화되지 못하고 초기 수준에 머무르고 있다. 만약 IoT가 활성화되면, 어떠한 경제적 파급효과가 발생할까? 이와 관련된 기존연구를 살펴보면, 다음과 같다.

정우수 외 2명(2013)은 2013-2017년까지의 우리나라 자료를 활용한 산업연관 분석을 통해 IoT가 어떠한 경제적 파급효과를 미치는지 분석했다. 그들의 분석에 따르면, 2,541억원의 IoT투자는 4,746억원의 생산유발효과, 3,147억원의 부가가치유발효과, 3,628명의 고용유발효과를 가져온다.

Espinoza et al.(2020)는 2010-2014년까지의 유럽 10개국과 미국 자료를 활용한 성장회계방정식 분석을 통해 IoT가 노동생산성 향상에 미치는 영향을 분석했다. 그들의 분석에 따르면, IoT가 노동생산성 향상에 긍정적 영향을 미친다. 그러나 IoT가 활성화되지 않아 그 정도는 미미했다.

Edquist et al.(2021)는 2010-2017년까지의 82개국 자료를 활용한 1차 차분 추정법을 통해 IoT가 총요소생산성 향상에 미치는 영향을 분석했다. 그들의 분석에 따르면, 주민 한명 당 IoT 연결이 10%p 증가 시 총요소생산성이 0.23%p 향상된다.

본 연구는 다음과 같이 기존연구와 다른 차별성을 가지고 있다. 첫째, 기존연구는 성장회계방정식 분석, 회귀분석과 같은 실증분석에 중점을 두고 있지만, 본 연구는 IoT의 특성을 반영한 이론모형을 구축해 분석했다. 둘째, 기존연구는 IoT 투자에 따른 기회비용을 고려하지 않은 산업연관 분석에 중점을 두고 있지만, 본 연구는 IoT 서비스 소비 증가에 따른 기회비용이 반영된 동태일반균형모형에 초점을 두고 있다. 셋째, 기존연구는 정태분석에 중점을 두고 있지만, 본 연구는 현재의 의사결정이 미래의 경제 활동에 영향을 미치는 동태분석도 반영했다.

본 연구의 목적은 IoT를 활성화할 경우 어떠한 경제적 파급효과가 발생하는지 체계적으로 분석하는 것이다.

2. 연구방법 및 범위

본 연구는 연구목적 달성을 위해 이론적 분석모형을 바탕으로 정량 분석을 실시한다. 정량분석은 다음과 같이 3단계로 나누어진다. 1단계에서는 파라미터 값을 입력한 다음 모형의 장기 균형조건들을 도출한 후 Matlab의 'fsolve' solver를 이용하여 解를 구한다. 2단계에서는 우선 1단계에서 도출된 장기균형 解를 각 변수들의 초기 값으로 선정한다. 그 다음 'dynare' 프로그래밍 언어에 맞게 비선형 연립방정식을 구성하여 Matlab에 입력한다. 3단계에서는 구성된 비선형 연립방정식을 Matlab에서 구동시켜 변수들의 解를 도출한다. 도출된 결과를 이용하여, IoT를 활성화할 경우 모형의 균형이 어떻게 변화하는지를 살펴본다.

본 연구의 II장에서는 IoT 관련 현황을 살펴본다. III장에서는 IoT 활성화에 따른 경제적 파급효과를 분석하기 위한 모형을 설계하고, 도출된 분석모형을 바탕으로 정량분석을 실시한다. 마지막으로 IV장에서는 앞의 분석결과를 바탕으로 간략한 발전방향을 제시한다.

사물인터넷 활성화에 따른
경제적 파급효과

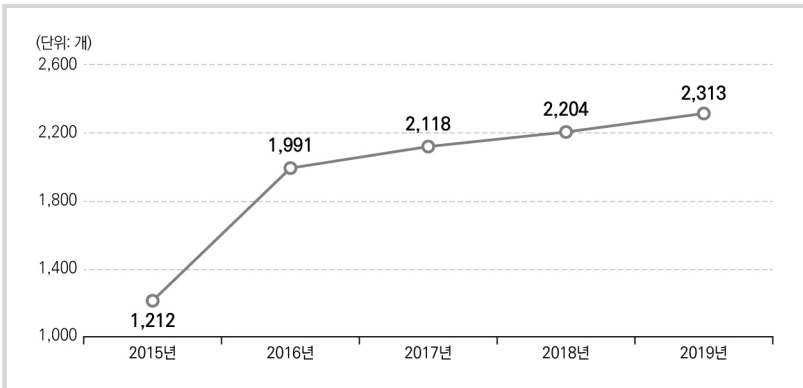
Ⅱ. 사물인터넷 관련 현황

II. 사물인터넷 관련 현황

1. 사물인터넷 사업체 현황

과학기술정보통신부의 IoT 산업 실태조사에 따르면, IoT 사업체수는 2015년 1,212개에서 2019년 2,313개로 약 2배 증가했다.

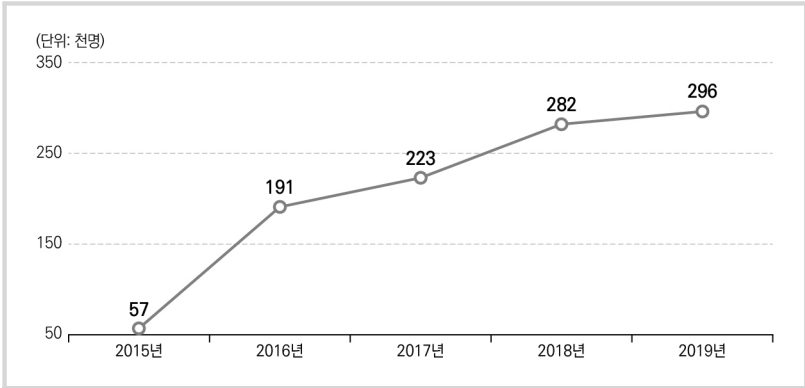
그림 2-1 IoT 사업체수



*출처: 과학기술정보통신부, IoT 산업 실태조사

과학기술정보통신부의 IoT 산업 실태조사에 따르면, IoT 사업체 종사자 수는 2015년 5만 7천명에서 2019년 29만 6천명으로 약 4.7배 증가했다.

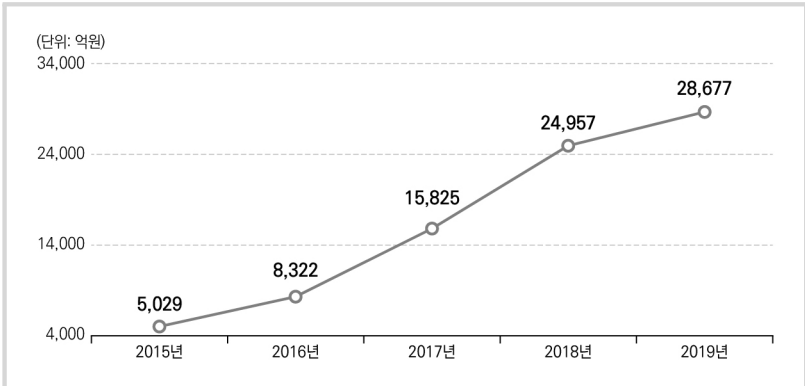
그림 2-2 IoT 사업체 종사자수



*출처: 과학기술정보통신부, IoT 산업 실태조사

과학기술정보통신부의 IoT 산업 실태조사에 따르면, IoT 서비스 매출액은 2015년 5,029억원에서 2019년 28,677억원으로 약 5.7배 늘어났다.

그림 2-3 IoT 서비스 매출액



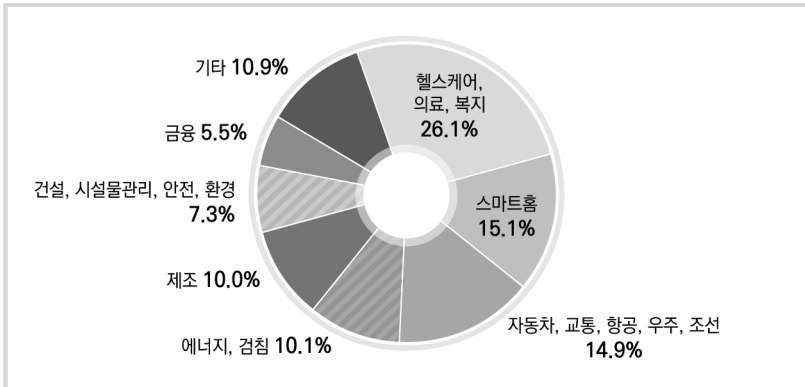
*출처: 과학기술정보통신부, IoT 산업 실태조사

2. 유망 사물인터넷 서비스 분야

과학기술정보통신부의 2019년 IoT 산업 실태조사에 따르면, 유망 IoT 서비스 분야는 다음과 같다. IoT 사업체 2,313개를 대상으로 설문조사를 실시한 결과, 26.1%가 헬스케어, 의료, 복지 부문을 '향후 활성화가 예상되는 IoT 서비스 분야'로 응답했다. 그 다음은 스마트홈 부문(15.1%), 자동차, 교통, 항공, 우주, 조선 부문(14.9%), 에너지, 검침 부문(10.1%), 제조 부문(10.0%), 건설, 시설물관리, 안전, 환경 부문(7.3%), 금융 부문(5.5%), 기타(10.9%) 순이었다.

그림 2-4 향후 활성화가 예상되는 IoT 서비스 분야

(단위, %)



*출처: 과학기술정보통신부, IoT 산업 실태조사

사물인터넷 활성화에 따른
경제적 파급효과

Ⅲ. 경제적 파급효과

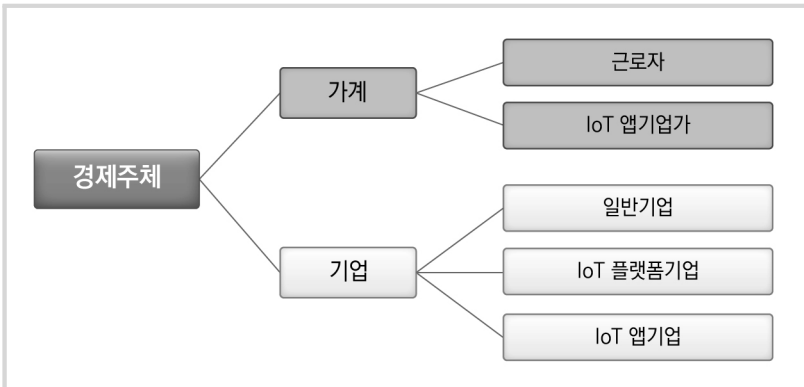
III. 경제적 파급효과

1. 분석모형 설계¹⁾

본 연구의 분석모형은 Lucas(1978)의 통제범위 모형을 준용하여 기업의 분포를 반영한 동태일반균형모형이다.

〈그림3-1〉은 분석모형이 어떻게 구성되었는지에 대한 전체적인 설명을 해준다. 분석모형의 경제주체는 가계와 기업으로 나누어진다. 가계는 근로자와 IoT 앱기업가 중 어떤 유형의 직업을 선택할 것인가를 결정하는 문제에 직면한다. 기업은 일반기업, IoT 플랫폼기업, IoT 앱기업으로 나누어진다.

그림 3-1 모형의 틀



*출처: 자체 분석

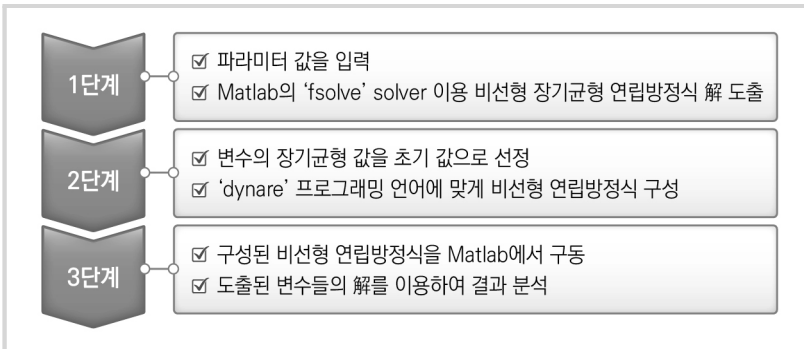
1) 분석모형의 세부적인 내용에 대해서는 부록을 참조한다.

2. 정량분석 절차 및 파라미터 값

가. 정량분석 절차

본 절에서는 앞에서 도출된 분석모형을 활용하여 보정(Calibration)을 실시하려고 한다. 이를 위한 절차는 <그림3-2>와 같이 3단계로 나누어진다. 1단계에서는 먼저, 앞에서 살펴본 제약조건, 1계 조건, 시장 청산조건에 파라미터 값을 입력한다. 그 다음 모형의 장기 균형조건들을 도출한 후 Matlab의 'fsolve' solver를 이용하여 解를 구한다. 'fsolve' solver를 사용하는 이유는 도출된 장기균형 연립방정식이 비선형이기 때문에 분석적으로 解를 구할 수 없고 수치적으로 도출해야하기 때문이다. 2단계에서는 우선 1단계에서 도출된 장기균형 解를 각 변수들의 초기 값으로 선정한다. 그 다음 'dynare' 프로그래밍 언어에 맞게 비선형 연립방정식을 구성하여 Matlab에 입력한다. 3단계에서는 구성된 비선형 연립방정식을 Matlab에서 구동시켜 변수들의 解를 도출한다. 도출된 결과를 이용하여, IoT를 활성화할 경우 모형의 균형이 어떻게 변화하는지를 살펴본다.

그림 3-2 정량분석 절차



*출처: 자체 분석

나. 파라미터 값

정량분석을 위한 파라미터 값은 <표3-1>과 같다. 본 연구는 연 단위로 분석하기 때문에 이것에 기초하여 파라미터 값을 설정한다.

비컴퓨터자본의 연 감가상각률 δ_m 과 컴퓨터자본의 연 감가상각률 δ_c 는 Eden and Gaggi(2014)의 연구에서 활용된 값을 준용하여 각각 '0.056', '0.204'로 선정한다.

소비의 기간 간 대체탄력성 관련 파라미터 σ 에 대한 값은 Hansen (1985)의 연구에서 사용된 '1'에 근접한 '0.99'를 사용한다.

노동공급 파라미터 ψ 의 값은 Chari et al.(2000)의 연구에서 사용된 '1.25'를 적용한다.

한국은행의 2018년도 국민계정에 따르면, 자본소득분배율은 '0.36'(영업잉여÷[비용자보수+영업잉여])이다. 일반재를 만드는데 필요한 비컴퓨터자본의 기여도 α , IoT 서비스 생산에 필요한 비컴퓨터자본의 기여도 γ , IoT 앱 생산에 필요한 컴퓨터자본의 기여도 ϕ 는 이 값에 맞추어 '0.36'으로 설정한다.

기존연구 또는 관측자료를 통해 획득하기 힘든 파라미터 값에 대해서는 <표3-2>에 제시된 것처럼 해당 파라미터와 연관된 관측치를 목표 값으로 하여 모형산출 값이 최대한 근사할 수 있도록 파라미터 값을 설정한다.

홍재화·강태수(2015)의 연구에 따르면, 실질GDP 대비 총실질자본 비율은 '3'이다. 한국은행의 2019년도 국민계정에 따르면, 실질건설·설비투자와 실질GDP는 각각 417조원, 1,849조원이다. 따라서 실질GDP 대비 총실질투자 비율은 '0.23'이다. 시간에 대한 할인계수 β 는 이 2개의 수치를 목표 값으로 하여 '0.95'로 설정한다. 시간에 대한 할인계수 β 는 총실질자

본, 총실질투자와 밀접한 관계가 있다. 모형에서 산출되는 실질GDP 대비 총실질자본 비율과 실질GDP 대비 총실질투자 비율은 각각 '3', '0.20'이다.

과학기술정보통신부의 2019년도 IoT 산업 실태조사에 따르면, IoT 앱 기업수와 종사자수는 각각 1,226개, 62,084명이다. 따라서 IoT 앱기업 당 근로자수는 '51'명이다. IoT 앱을 만드는 기업가의 통제범위 ν 는 이 수치를 목표 값으로 하여 '0.257'로 설정한다. IoT 앱을 만드는 기업가의 통제범위 ν 는 IoT 앱기업 당 근로자수와 밀접한 관계가 있다. 모형에서 산출되는 IoT 앱기업 당 근로자수는 '52'명이다.

한국은행의 2019년도 국민계정에 따르면, 실질최종소비지출은 1,195조 원이다. 따라서 실질GDP 대비 총실질소비 비율은 '0.65'이다. IoT 서비스 생산에 필요한 컴퓨터자본의 기여도 χ , IoT 서비스 생산에 필요한 앱의 기여도 τ , IoT 활성화 계수 θ 는 이 수치를 목표 값으로 하여 각각 '0.15', '0.4', '0.5'로 설정한다. IoT 서비스 생산에 필요한 컴퓨터자본의 기여도 χ 와 IoT 서비스 생산에 필요한 앱의 기여도 τ 는 실질GDP와 밀접한 관계가 있고, IoT 활성화 계수 θ 는 총실질소비와 밀접한 연관이 있다. 모형에서 산출되는 실질GDP 대비 총실질소비 비율은 '0.76'이다.

표 3-1 파라미터 값

기호	정의	파라미터 값
δ_{nc}	비컴퓨터자본에 대한 감가상각률	0.056
δ_c	컴퓨터자본에 대한 감가상각률	0.204
σ	소비의 기간 간 대체탄력성 관련 파라미터	0.99
ψ	노동공급 파라미터	1.25
α	일반재를 만드는데 필요한 비컴퓨터자본의 기여도	0.36
γ	IoT 서비스 생산에 필요한 비컴퓨터자본의 기여도	0.36
ϕ	IoT 앱 생산에 필요한 컴퓨터자본의 기여도	0.36
β	시간에 대한 할인계수	0.95
ν	IoT 앱을 만드는 기업가의 통제범위	0.257
χ	IoT 서비스 생산에 필요한 컴퓨터자본의 기여도	0.15
τ	IoT 서비스 생산에 필요한 앱의 기여도	0.4
θ	IoT 활성화 계수	0.5

표 3-2 관측치와 모형산출 값 비교

구분	관측치	모형산출 값
총실질자본/실질GDP	3	3
총실질투자/실질GDP	0.23	0.20
IoT 앱기업 당 근로자수	51	52
총실질소비/실질GDP	0.65	0.76

정량분석을 위해서는 경영능력에 대한 확률밀도함수 $g(z_i)$ 의 구체적인 형태를 결정해야한다. 기업가의 경영능력은 Guner et al.(2008)의 연구에서 살펴볼 수 있듯이 기업규모를 결정짓는다. 따라서 경영능력에 대한 확률밀도함수 $g(z_i)$ 는 IoT 애플리케이션 규모의 분포를 의미한다. 본 연구에서는 식 (1)과 같이 파레토 분포를 선정한다.²⁾

$$g(z_i) = \varepsilon z_i^\varepsilon z_i^{-(1+\varepsilon)}, \quad z_i \geq z > 0, \quad \varepsilon > 1 \quad (1)$$

여기서 ε 은 파레토 분포의 형태를 나타내는 파라미터이고, z 는 경영능력의 최소값을 나타내는 파라미터이다. ε 은 최희갑(2006)의 연구에서 도출된 '1,004' 값을 적용한다. z 는 경영능력의 최소 값이기 때문에 모형의 균형에서 최대한 '0' 값에 가까운 '0.005' 값을 설정한다.

3. 정량분석 결과

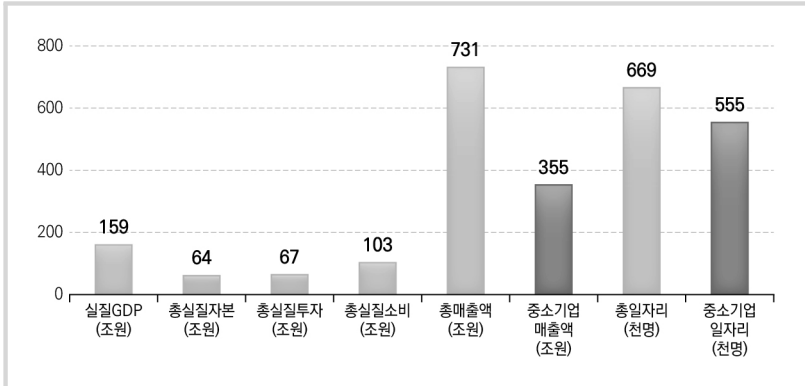
본 절에서는 IoT를 활성화할 경우 각 변수가 얼마만큼 변화하는지를 정량적으로 살펴본다.

가. 주요 결과

IoT를 활성화하면, 실질GDP, 총실질자본, 총실질투자, 총실질소비가 각각 159조원, 64조원, 67조원, 103조원 증가한다. 또한, 총매출액과 총일자리가 각각 731조원, 669천명 늘어나고, 중소기업의 경우는 각각 355조원, 555천명 증가한다.

2) IoT 애플리케이션 규모의 분포로 로그정규분포를 고려할 수 있는데, 이것을 사용하여도 본 연구의 정성적 결과는 변하지 않는다.

그림 3-3 IoT 활성화에 따른 주요 파급효과



*출처: 자체 분석

나. 세부 결과

IoT를 활성화할 경우 각 변수가 얼마만큼 변화하는지를 세부적으로 살펴본다. 여기서 각 변수의 변화는 IoT를 활성화하기 전 장기균형 값 대비 활성화 후 장기균형 값의 변화율을 의미한다.

분석모형에서 IoT를 활성화하기 위한 정책변수는 파라미터 θ 이다. 즉, IoT를 활성화한다는 것은 이 값을 '0.5'에서 '1'로 증가시키는 것이다. 파라미터 θ 값이 커지면 IoT 서비스 소비를 통해 얻어지는 효용이 증가한다. IoT가 활성화되지 못해 위축되었던 이 효용이 IoT 활성화를 통해 증가하게 된다.

IoT를 활성화할 경우 각 변수가 어떻게 변화하는지를 살펴보면, <표 3-3>과 같다. 파라미터 θ 의 값을 '0.5'에서 '1'로 증가시키면, IoT 서비스 소비량이 49.3% 늘어난다. 위축되었던 IoT 서비스 소비가 IoT 활성화를

통해 증가하기 때문이다. IoT 서비스 시장에서 IoT 서비스 수요가 증가하면, IoT 서비스 가격이 18.4% 오른다. IoT 서비스 공급함수에 의해 IoT 서비스 가격이 상승하면, IoT 서비스 생산량도 49.3% 늘어난다.

IoT 서비스 생산량이 증가하면, IoT 플랫폼기업의 노동 수요량, 비컴퓨터자본 수요량, 컴퓨터자본 수요량, IoT 앱 수요량도 각각 76.7%, 76.7%, 76.7%, 15.9% 늘어난다. IoT 서비스 생산량이 증가하면, 생산에 필요한 투입요소도 늘어나기 때문이다.

IoT 앱 시장에서 IoT 앱 수요가 증가하면, IoT 앱 가격이 52.4% 오른다. IoT 앱 공급함수에 의해 IoT 앱 가격이 상승하면, IoT 앱 전체 생산량이 늘어난다. IoT 앱 전체 생산량이 증가하기 위해서 근로자와 IoT 앱기업가를 구분 짓는 경영능력 임계값이 41.4% 감소하고, IoT 앱기업의 IoT 앱 생산량이 15.7% 증가한다. 경영능력 임계값의 감소는 IoT 앱기업수 증가를 의미한다.

IoT 앱 생산량이 증가하면, IoT 앱기업의 노동 수요량, 컴퓨터자본 수요량도 모두 76.3% 늘어난다. IoT 앱 생산량이 증가하면, 생산에 필요한 투입요소도 늘어나기 때문이다. 또한, IoT 앱 생산량이 증가하면, 이에 상응하여 IoT 앱기업의 이윤도 76.3% 늘어난다.

IoT 플랫폼기업의 비컴퓨터자본 수요량이 증가하면, 이에 상응하여 비컴퓨터자본 공급량도 10.2% 늘어난다. 비컴퓨터자본 공급량이 증가하면, 이에 상응하여 비컴퓨터자본 투자량도 10.2% 늘어난다. 비컴퓨터자본 가격은 장기균형에서 어떠한 변수에 의해서도 영향을 받지 않기 때문에 변하지 않는다.

IoT 플랫폼기업의 컴퓨터자본 수요량과 IoT 애플기업의 컴퓨터자본 수요량이 증가하면, 이에 상응하여 컴퓨터자본 공급량도 76.7% 늘어난다. 컴퓨터자본 공급량이 증가하면, 이에 상응하여 컴퓨터자본 투자량도 76.7% 늘어난다. 컴퓨터자본 가격은 장기균형에서 어떠한 변수에 의해서도 영향을 받지 않기 때문에 변하지 않는다.

파라미터 θ 의 값을 '0.5'에서 '1'로 증가시키면, 일반재 소비량이 4% 감소한다. IoT가 활성화되어 IoT 서비스에 대한 소비가 증가하면, 상대적으로 일반재에 대한 소비는 감소하기 때문이다.

분석모형에서 생산된 일반재는 소비재와 투자재로 사용된다. 일반재 소비량이 감소하는 것에 비해 비컴퓨터자본 투자량과 컴퓨터자본 투자량이 상대적으로 많이 증가하기 때문에 일반재 생산량은 0.7% 증가한다.

일반재 생산량이 증가하면, 일반기업의 노동 수요량, 비컴퓨터자본 수요량도 모두 0.7% 늘어난다. 일반재 생산량이 증가하면, 생산에 필요한 투입요소도 늘어나기 때문이다.

IoT 플랫폼기업의 노동 수요량, IoT 애플기업의 노동 수요량, 일반기업의 노동 수요량이 모두 증가하면, 이에 상응하여 노동 전체 공급량도 늘어난다. 노동 전체 공급량은 근로자수와 노동공급시간에 의해 결정된다. 근로자수는 앞에서 경영능력 임계값에 의해서 결정되었기 때문에 노동공급시간이 3.3% 증가한다. 노동시장에서 노동의 총수요량과 공급량이 같은 비율로 증가하기 때문에 임금은 변하지 않는다.

표 3-3 IoT 활성화에 따른 변수 변화율

구분	모형산출 값		변화율(%)
	활성화 전	활성화 후	
IoT 서비스 소비량	0.34666	0.51751	49.3
IoT 서비스 가격	0.73076	0.86490	18.4
IoT 서비스 생산량	0.34666	0.51751	49.3
IoT 플랫폼기업의 노동 수요량	0.01816	0.03208	76.7
IoT 플랫폼기업의 비컴퓨터자본 수요량	0.83950	1.48329	76.7
IoT 플랫폼기업의 컴퓨터자본 수요량	0.14807	0.26161	76.7
IoT 앱 수요량	0.41777	0.48435	15.9
IoT 앱 가격	0.24255	0.36964	52.4
경영능력 임계값	19.04240	11.15330	-41.4
IoT 앱 생산량	0.03440	0.03980	15.7
IoT 앱기업의 노동 수요량	0.00109	0.00193	76.3
IoT 앱기업의 컴퓨터자본 수요량	0.00301	0.00530	76.3
IoT 앱기업의 이윤	0.00620	0.01093	76.3
비컴퓨터자본 공급량	6.74713	7.43266	10.2
비컴퓨터자본 투자량	0.37784	0.41623	10.2
비컴퓨터자본 가격	0.10863	0.10863	0.0
컴퓨터자본 공급량	0.18460	0.32616	76.7
컴퓨터자본 투자량	0.03766	0.06654	76.7
컴퓨터자본 가격	0.25663	0.25663	0.0
일반재 소비량	1.36715	1.31248	-4.0
일반재 생산량	1.78265	1.79525	0.7
일반기업의 노동 수요량	0.90860	0.91502	0.7
일반기업의 비컴퓨터자본 수요량	5.90763	5.94937	0.7
노동공급시간	0.94027	0.97097	3.3
임금	1.25567	1.25567	0.0

*출처: 자체 분석

〈표3-4〉는 IoT를 활성화할 경우 거시변수가 어떻게 변화하는지를 보여 준다. 파라미터 θ 의 값을 '0.5'에서 '1'로 증가시키면, 실질GDP, 총실질자본, 총실질투자, 총실질소비, 총매출액, 총일자리가 각각 8.6%, 11.9%, 16.2%, 8.6%, 13.3%, 3.2% 증가한다.

표 3-4 IoT 활성화에 따른 거시변수 변화율

구분	모형산출 값		변화율(%)
	활성화 전	활성화 후	
실질GDP	2.12931	2.31276	8.6
총실질자본	6.93173	7.75882	11.9
총실질투자	0.41550	0.48277	16.2
총실질소비	1.62047	1.76007	8.6
총매출액	2.13730	2.42187	13.3
총일자리	0.94003	0.97055	3.2

*출처: 자체 분석

상기 효과를 실물단위로 나타내기 위해서는 관련 현황들을 먼저 살펴보아야 한다. 〈표3-5〉는 주요 거시지표 현황을 보여준다. 한국은행의 2019년 국민계정에 따르면, 실질최종소비지출, 실질총고정자본형성, 실질건설·설비투자, 실질GDP는 각각 1,195조원, 535조원, 417조원, 1,849조원이다. 중소벤처기업부의 2018년 중소기업기본통계에 따르면, 총매출액, 중소기업 매출액, 총종사자수, 중소기업 종사자수는 각각 5,491조원, 2,663조원, 20,592천명, 17,104천명이다.

표 3-5 주요 거시지표

구분	내용	연도	출처
최종소비지출(실질, 조원)	1,195	2019년	한국은행
총고정자본형성(실질, 조원)	535		
건설·설비투자(실질, 조원)	417		
GDP(실질, 조원)	1,849		
총매출액(조원)	5,491	2018년	중소벤처기업부
중소기업 매출액(조원)	2,663		
총종사자수(천명)	20,592		
중소기업 종사자수(천명)	17,104		

*출처: 자체 분석

이와 같은 현황들을 이용하여 IoT를 활성화할 경우 유발되는 실물단위 주요 파급효과를 살펴보면, <표3-6>과 같다. IoT를 활성화하면, 실질 GDP, 총실질자본, 총실질투자, 총실질소비가 각각 159조원, 64조원, 67조원, 103조원 증가한다. 또한, 총매출액과 총일자리가 각각 731조원, 669천명 늘어나고, 중소기업의 경우는 각각 355조원, 555천명 증가한다.

표 3-6 IoT 활성화에 따른 주요 파급효과(실물단위)

구분	실물단위 파급효과
실질GDP	159조원
총실질자본	64조원
총실질투자	67조원
총실질소비	103조원
총매출액	731조원
중소기업매출액	355조원
총일자리	669천명
중소기업일자리	555천명

*출처: 자체 분석

사물인터넷 활성화에 따른
경제적 파급효과

IV. 발전방향

IV. 발전방향

인간을 대체할 수 있는 인공지능이 출현한 4차 산업혁명시대에 IoT를 활성화하면, IoT 서비스에 대한 소비가 증가하여 경제 전체적으로 매출액과 일자리가 늘어난다. 특히나 중소기업의 매출액과 일자리가 크게 증가한다.

이는 일반적인 예상과 반대되는 결과이다. 인간의 일자리를 위협하는 인공지능이 IoT 서비스를 창출하는데 핵심역할을 하기 때문에 일자리가 줄어들 것으로 예상됐다. 이렇게 반대의 결과가 나온 이유는 인공지능이 기존의 인간 활동을 스마트하게 만들어 다양한 새로운 서비스를 창출해내기 때문이다.

이와 같은 긍정적 효과에 기초하여 IoT를 활성화하기 위해 다음과 같은 발전방향을 제시하고자 한다.

1. 개방형 사물인터넷 플랫폼 구축

IoT를 활성화하기 위해서 IoT 플랫폼은 공공에서 제공하면서 IoT 애플리케이션 사업은 국민들에게 개방하는 것이 필요하다. 일반 플랫폼 사업자는 기존에 확보한 시장지배력을 이용하여 애플리케이션 사업까지 장악하려는 유혹에 빠지기 쉽기 때문이다. 라정주·한원석(2019)의 연구에 따르면, 플랫폼 사업자가 자회사를 만들어 애플리케이션 사업까지 직접 하게 될 경우 시장지배력이 플랫폼에서 애플리케이션 사업으로 전이되는 문제

가 발생된다. 이런 사례는 온라인 플랫폼 사업에서 쉽게 찾을 수 있다.

최근 정치권에서 기본소득제를 통해 ‘돈’을 나눠주려는 움직임이 활발하다. 그러나 돈을 나눠주는 것은 국민들의 기본생계를 보장하기 어렵다. 나눠주는 돈의 액수가 충분하지 않기 때문이다. 따라서 돈보다는 ‘기회’를 나눠주는 노력이 필요하다. 국민들에게 일할 기회를 공평하게 나눠주면, 국민들이 기본생계를 보장받을 수 있는 확률이 훨씬 더 커진다. 공공부문에서 IoT 플랫폼을 제공하면서 IoT 애플리케이션 사업을 국민들에게 개방하는 것은 국민들에게 일할 기회를 공평하게 나눠줄 수 있는 좋은 방안이기도 하다.

2. ‘엣지 컴퓨팅’ 기술 도입

IoT를 활성화하기 위해서 ‘클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing)’ 방식 대신 ‘엣지 컴퓨팅(Edge Computing)’ 방법을 도입해야 한다. 현재는 사물에 설치된 센서로부터 수집된 데이터를 중앙통제센터로 모아서 ‘클라우드 컴퓨팅’ 방식으로 처리한다. 이 경우 많은 양의 데이터가 동시에 집중되어 데이터 전송속도가 지연되는 문제가 발생된다. 이로 인해 실시간 처리가 요망되는 IoT 서비스를 제공하는데 큰 제약이 있다. 뿐만 아니라 센서에서 중앙통제센터를 거쳐 데이터를 처리하기 때문에 보안 취약 문제도 발생된다.

‘엣지 컴퓨팅’ 방법을 사용하면, 수집된 데이터를 로컬 단위로 처리하기 때문에 데이터 전송속도가 빨라지고, 보안 취약 문제도 상당부분 해소된다.

‘엣지 컴퓨팅’ 방법을 사용하기 위해서는 ‘LTE’와 같은 무선통신방식이 아닌 유선 ‘와이파이’ 방식을 택해야 한다. 왜냐하면, 유선 ‘와이파이’는 로컬 단위로 통신을 지원할 수 있기 때문이다. 그러나 유선 ‘와이파이’ 방식은 설치비용이 많이 드는 문제가 있다. 따라서 접근점(Access Point, AP)만 유선 ‘와이파이’를 사용하면서 일정한 간격으로 무선 ‘와이파이’와 연결하는 ‘메쉬 네트워크(Mesh Network)’를 구성하는 것이 타당하다. ‘메쉬 네트워크’ 내에서는 데이터를 무제한으로 사용할 수 있기 때문에 데이터 비용도 크게 줄일 수 있다.

사물인터넷 활성화에 따른
경제적 파급효과

부 록

I 부록

1. 가계의 효용 극대화 문제

가계의 효용 극대화 문제는 식(부2)의 예산제약, 식(부3)의 비컴퓨터자본에 대한 운동법칙, 식(부4)의 컴퓨터자본에 대한 운동법칙 하 식(부1)의 효용을 극대화하기 위하여 일반재 소비량 $c_{1,t}$, IoT 서비스 소비량 $c_{2,t}$, 노동공급시간 l_t^s , 다음 기에 사용할 비컴퓨터자본 공급량 $k_{nc,t+1}^s$, 다음 기에 사용할 컴퓨터자본 공급량 $k_{c,t+1}^s$ 을 결정하는 문제로 정리된다.³⁾

$$\max_{\{c_{1,t}, c_{2,t}, l_t^s, k_{nc,t+1}^s, k_{c,t+1}^s\}_{t=0}^{\infty}} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \frac{\left[(1 + c_{2,t}^\theta) c_{1,t} \right]^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{\left[\int_{\underline{z}}^{\bar{z}_t} l_t^s g(z_t) dz_t \right]^{1+\psi}}{1+\psi} \right\} \quad (\text{부1})$$

$$\begin{aligned} c_{1,t} + p_{2,t} c_{2,t} + i_{nc,t} + i_{c,t} &= w_t \int_{\underline{z}}^{\bar{z}_t} l_t^s g(z_t) dz_t \\ &+ \int_{\underline{z}}^{\infty} \pi_{a,t}(z_t) g(z_t) dz_t + r_{nc,t} k_{nc,t}^s + r_{c,t} k_{c,t}^s \end{aligned} \quad (\text{부2})$$

$$i_{nc,t} = k_{nc,t+1}^s - (1 - \delta_{nc}) k_{nc,t}^s \quad (\text{부3})$$

$$i_{c,t} = k_{c,t+1}^s - (1 - \delta_c) k_{c,t}^s \quad (\text{부4})$$

3) 본 연구에서 컴퓨터자본은 인공지능 로봇(AI)을 의미한다.

여기서 β , θ , σ , ψ 는 각각 시간에 대한 할인계수, IoT 활성화 계수, 소비의 기간 간 대체탄력성 관련 파라미터, 노동공급 파라미터이다. $\theta \in (0, 1]$ 의 값이 커진다는 것은 IoT 서비스 소비를 통해 얻어지는 효용이 증가한다는 것을 의미하기 때문에 IoT가 활성화됨을 나타낸다. \tilde{z}_t 는 가계 구성원이면 누구나 타고나는 경영능력으로 근로자($z_t \in [z, \tilde{z}_t]$)와 IoT 앱기 업가($z_t \in [\tilde{z}_t, \infty]$)를 결정하는 임계 값이다. $p_{2,t}$, $i_{nc,t}$, $i_{c,t}$, w_t , $\pi_{a,t}$, $r_{nc,t}$, $r_{c,t}$, δ_{nc} , δ_c 는 각각 IoT 서비스 가격, 비컴퓨터자본에 대한 투자량, 컴퓨터자본에 대한 투자량, 임금, IoT 앱기업의 이윤, 비컴퓨터자본 가격, 컴퓨터자본 가격, 비컴퓨터자본에 대한 감가상각률, 컴퓨터자본에 대한 감가상각률이다.

가계의 t 기 효용은 소비를 통해서 얻어지는 효용에서 노동공급을 통해 발생하는 비효용(Disutility)을 제외한 것이다. 여기서 특이한 것은 소비를 통해서 얻어지는 효용은 냉장고와 같은 일반재를 구매함으로써 획득되는 효용($c_{1,t}$)에 냉장고 안에 보관 중인 음식물의 유효기간을 만료되기 직전에 스마트폰에 알려주는 등의 IoT 서비스로부터 얻는 효용($c_{2,t}^\theta c_{1,t}$)이 추가된다는 것이다. 즉, IoT 서비스는 일반재를 소비함으로써 얻는 효용을 보다 극대화시켜준다.

분석모형에서 기준재(Numeraire)는 일반재이고, 일반재 가격은 '1'로 표준화된다. 식(부2)의 우변은 가계의 수입으로 다음과 같이 구성된다. 첫 번째 항은 가계 구성원 중 근로자가 벌어들인 임금소득이다. 두 번째 항은 가계 구성원 중 IoT 앱기업가의 이윤소득이다. 세 번째 항은 일반기업과 IoT 플랫폼기업에 비컴퓨터자본을 제공함으로써 벌어들인 자본소득이다.

네 번째 항은 IoT 플랫폼기업과 IoT 앱기업에 컴퓨터자본을 제공함으로써 벌어들인 자본소득이다. 식(부2)의 좌변은 가계의 지출로 일반재와 IoT 서비스를 얼마나 소비하고, 비컴퓨터자본과 컴퓨터자본에 투자를 얼마나 할 것인가를 나타낸다.

가계의 효용을 극대화하기 위하여 일반재 소비량 $c_{1,t}$, IoT 서비스 소비량 $c_{2,t}$, 노동공급시간 l_t^s , 다음 기에 사용할 비컴퓨터자본 공급량 $k_{nc,t+1}^s$, 다음 기에 사용할 컴퓨터자본 공급량 $k_{c,t+1}^s$ 에 대한 1계 조건(First-Order Condition)을 구하여 정리하면, 식(부5)~식(부9)와 같다.

$$(1 + c_{2,t}^\theta)^{1-\sigma} c_{1,t}^{-\sigma} = \lambda_t \quad (\text{부5})$$

$$(1 + c_{2,t}^\theta)^{-\sigma} \theta c_{2,t}^{\theta-1} c_{1,t}^{1-\sigma} = \lambda_t p_{2,t} \quad (\text{부6})$$

$$\left[\int_{\underline{z}}^{\bar{z}_t} l_t^s g(z_t) dz_t \right]^\psi = \lambda_t w_t \quad (\text{부7})$$

$$\lambda_t = \beta \lambda_{t+1} (r_{nc,t+1} + 1 - \delta_{nc}) \quad (\text{부8})$$

$$\lambda_t = \beta \lambda_{t+1} (r_{c,t+1} + 1 - \delta_c) \quad (\text{부9})$$

여기서 λ_t 는 라그랑지 승수이다. 식(부5)는 일반재에 대한 수요함수이다. 식(부6)은 IoT 서비스에 대한 수요함수이다. 식(부7)은 노동공급량과

단위임금이 비례하는 노동공급함수이다. 식(부8)과 식(부9)는 전형적인 ‘오일러 방정식(Euler Equation)’이다.

2. 일반기업의 이윤 극대화 문제

일반재를 생산하는 일반기업은 식(부11)의 제약 하 식(부10)의 이윤을 극대화하는 문제에 봉착한다.

$$\max_{l_t, k_{nc,t}} \pi_t = \{y_t - w_t l_t - r_{nc,t} k_{nc,t}\} \quad (\text{부10})$$

$$y_t = l_t^{1-\alpha} k_{nc,t}^\alpha \quad (\text{부11})$$

여기서 π_t , y_t , l_t , $k_{nc,t}$ 는 각각 일반기업의 이윤, 일반재 생산량, 일반기업의 노동 수요량, 일반기업의 비컴퓨터자본 수요량이다. 또한, 파라미터 α 는 일반재를 만드는데 필요한 비컴퓨터자본의 기여도이다.

일반기업의 이윤을 극대화하기 위하여 노동 수요량 l_t , 비컴퓨터자본 수요량 $k_{nc,t}$ 에 대한 1계 조건을 구하여 정리하면, 식(부12)–식(부13)과 같다.

$$(1-\alpha)l_t^{-\alpha} k_{nc,t}^\alpha = w_t \quad (\text{부12})$$

$$l_t^{1-\alpha} \alpha k_{nc,t}^{\alpha-1} = r_{nc,t} \quad (\text{부13})$$

식(부12)는 일반기업의 노동 수요량과 단위임금이 반비례하는 노동 수요 함수이다. 식(13)은 일반기업의 비컴퓨터자본 수요량과 비컴퓨터자본 가격이 반비례하는 비컴퓨터자본 수요함수이다.

3. 사물인터넷 플랫폼기업의 이윤 극대화 문제

IoT 플랫폼기업은 식(부15)의 제약 하 식(부14)의 이윤을 극대화하는 문제에 봉착한다.

$$\max_{l_{f,t}, k_{fnc,t}, k_{fc,t}, \tilde{y}_{a,t}} \pi_{f,t} = \{p_{2,t}y_{f,t} - w_t l_{f,t} - r_{nc,t}k_{fnc,t} - r_{c,t}k_{fc,t} - p_{a,t}\tilde{y}_{a,t}\} \quad (\text{부14})$$

$$y_{f,t} = l_{f,t}^{1-\gamma-\chi-\tau} k_{fnc,t}^{\gamma} k_{fc,t}^{\chi} \tilde{y}_{a,t}^{\tau} \quad (\text{부15})$$

여기서, $\pi_{f,t}$, $y_{f,t}$, $l_{f,t}$, $k_{fnc,t}$, $k_{fc,t}$, $p_{a,t}$, $\tilde{y}_{a,t}$ 는 각각 IoT 플랫폼기업의 이윤, IoT 서비스 생산량, IoT 플랫폼기업의 노동 수요량, IoT 플랫폼기업의 비컴퓨터자본 수요량, IoT 플랫폼기업의 컴퓨터자본 수요량, IoT 앱 가격, IoT 앱 수요량이다. 또한, 파라미터 γ , χ , τ 는 각각 IoT 서비스 생산에 필요한 비컴퓨터자본, 컴퓨터자본, 앱의 기여도이다.

IoT 플랫폼기업의 이윤을 극대화하기 위하여 노동 수요량 $l_{f,t}$, 비컴퓨터자본 수요량 $k_{fnc,t}$, 컴퓨터자본 수요량 $k_{fc,t}$, 앱 수요량 $\tilde{y}_{a,t}$ 에 대한 1계 조건을 구하여 정리하면, 식(부16)–식(부19)와 같다.

$$p_{2,t}(1-\gamma-\chi-\tau)l_{f,t}^{-\gamma-\chi-\tau}k_{fnc,t}^{\gamma}k_{fc,t}^{\chi}\tilde{y}_{a,t}^{\tau} = w_t \quad (\text{부16})$$

$$p_{2,t}l_{f,t}^{1-\gamma-\chi-\tau}\gamma k_{fnc,t}^{\gamma-1}k_{fc,t}^{\chi}\tilde{y}_{a,t}^{\tau} = r_{nc,t} \quad (\text{부17})$$

$$p_{2,t}l_{f,t}^{1-\gamma-\chi-\tau}k_{fnc,t}^{\gamma}\chi k_{fc,t}^{\chi-1}\tilde{y}_{a,t}^{\tau} = r_{c,t} \quad (\text{부18})$$

$$p_{2,t}l_{f,t}^{1-\gamma-\chi-\tau}k_{fnc,t}^{\gamma}k_{fc,t}^{\chi}\tau\tilde{y}_{a,t}^{\tau-1} = p_{a,t} \quad (\text{부19})$$

식(부16)은 IoT 플랫폼기업의 노동 수요량과 단위임금이 반비례하는 노동 수요함수이다. 식(부17)은 IoT 플랫폼기업의 비컴퓨터자본 수요량과 비컴퓨터자본 가격이 반비례하는 비컴퓨터자본 수요함수이다. 식(부18)은 IoT 플랫폼기업의 컴퓨터자본 수요량과 컴퓨터자본 가격이 반비례하는 컴퓨터자본 수요함수이다. 식(부19)는 IoT 앱 수요량과 IoT 앱 가격이 반비례하는 IoT 앱 수요함수이다.

4. 사물인터넷 앱기업의 이윤 극대화 문제

IoT 앱기업은 식(부21)의 제약 하 식(부20)의 이윤을 극대화하는 문제에 봉착한다.

$$\max_{l_{a,t}, k_{ac,t}} \pi_{a,t} = \{p_{a,t}y_{a,t} - w_t l_{a,t} - r_{c,t} k_{ac,t}\} \quad (\text{부20})$$

$$y_{a,t} = z_t^{1-\nu} \left(l_{a,t}^{1-\phi} k_{ac,t}^{\phi} \right)^{\nu} \quad (\text{부21})$$

여기서, $\pi_{a,t}$, $y_{a,t}$, $l_{a,t}$, $k_{ac,t}$ 는 각각 IoT 애플리케이션의 이윤, IoT 앱 생산량, IoT 애플리케이션의 노동 수요량, IoT 애플리케이션의 컴퓨터자본 수요량이다. 또한, 파라미터 ν 와 ϕ 는 각각 IoT 앱을 만드는 기업가의 통제범위, IoT 앱을 만드는데 필요한 컴퓨터자본의 기여도이다.

IoT 애플리케이션의 이윤을 극대화하기 위하여 노동 수요량 $l_{a,t}$ 와 컴퓨터자본 수요량 $k_{ac,t}$ 에 대한 1계 조건을 구하여 정리하면, 식(부22)–식(부23)과 같다.

$$l_{a,t} = p_{a,t}^{\frac{1}{1-\nu}} z_t \phi^{\frac{\phi\nu}{1-\nu}} (1-\phi)^{\frac{1-\phi\nu}{1-\nu}} \nu^{\frac{1}{1-\nu}} w_t^{\frac{\phi\nu-1}{1-\nu}} r_{c,t}^{\frac{-\phi\nu}{1-\nu}} \quad (\text{부22})$$

$$k_{ac,t} = p_{a,t}^{\frac{1}{1-\nu}} z_t \phi^{\frac{1-(1-\phi)\nu}{1-\nu}} (1-\phi)^{\frac{(1-\phi)\nu}{1-\nu}} \nu^{\frac{1}{1-\nu}} w_t^{\frac{(\phi-1)\nu}{1-\nu}} r_{c,t}^{\frac{(1-\phi)\nu-1}{1-\nu}} \quad (\text{부23})$$

식(부22)–식(부23)에서 도출된 노동 수요량과 컴퓨터자본 수요량을 식(부21)에 대입하면, 최적의 IoT 앱 생산량이 식(부24)와 같이 도출된다.

$$y_{a,t} = p_{a,t}^{\frac{\nu}{1-\nu}} z_t \phi^{\frac{\phi\nu}{1-\nu}} (1-\phi)^{\frac{(1-\phi)\nu}{1-\nu}} \nu^{\frac{\nu}{1-\nu}} w_t^{\frac{(\phi-1)\nu}{1-\nu}} r_{c,t}^{\frac{-\phi\nu}{1-\nu}} \quad (\text{부24})$$

식(부22)–식(부24)에서 도출된 노동 수요량, 컴퓨터자본 수요량, IoT 앱 생산량을 식(부20)에 대입하면, IoT 애플리케이션의 최적 이윤이 식(부25)와 같이 도출된다.

$$\pi_{a,t} = p_{a,t}^{\frac{1}{1-\nu}} z_t \phi^{\frac{\phi\nu}{1-\nu}} (1-\phi)^{\frac{(1-\phi)\nu}{1-\nu}} \nu^{\frac{1}{1-\nu}} w_t^{\frac{(\phi-1)\nu}{1-\nu}} r_{c,t}^{\frac{-\phi\nu}{1-\nu}} \left(\frac{1-\nu}{\nu}\right) \quad (\text{부25})$$

5. 직업선택의 문제

가계의 구성원은 근로자와 IoT 앱을 만드는 기업가 중 어느 직업을 선택할 것인가의 문제에 직면한다. 즉, 가계의 구성원은 근로자 당 임금과 IoT 앱기업가 당 이윤 중에서 큰 쪽을 선택하게 된다. 따라서 직업선택의 문제는 $w_t l_t^s = \pi_{a,t}(\bar{z}_t)$ 로 귀결된다. 이를 구체화하면, 식(부26)과 같다.

$$w_t l_t^s = p_{a,t}^{\frac{1}{1-\nu}} \bar{z}_t^{\frac{\phi\nu}{1-\nu}} (1-\phi)^{\frac{(1-\phi)\nu}{1-\nu}} \nu^{\frac{1}{1-\nu}} w_t^{\frac{(\phi-1)\nu}{1-\nu}} r_{c,t}^{-\frac{\phi\nu}{1-\nu}} \left(\frac{1-\nu}{\nu}\right) \tag{부26}$$

6. 시장 청산 조건

본 연구에서는 가격을 결정하기 위해 일반재 시장, IoT 서비스 시장, 노동 시장, 비컴퓨터자본 시장, 컴퓨터자본 시장, IoT 앱 시장에 대한 청산 조건을 고려해야한다. Walras의 법칙에 따라 IoT 서비스 시장, 노동 시장, 비컴퓨터자본 시장, 컴퓨터자본 시장, IoT 앱 시장 청산 조건이 충족되면, 일반재 시장 청산 조건은 자동으로 충족된다. 따라서 일반재 시장 청산 조건을 제외하고 IoT 서비스 시장, 노동 시장, 비컴퓨터자본 시장, 컴퓨터자본 시장, IoT 앱 시장 청산 조건을 살펴보면, 식(부27)–식(부31)과 같다.

$$y_{f,t} = c_{2,t} \tag{부27}$$

$$\int_{\bar{z}}^{\bar{z}_t} l_t^s g(z_t) dz_t = l_t + l_{f,t} + \int_{\bar{z}_t}^{\infty} l_{a,t}(z_t) g(z_t) dz_t \tag{부28}$$

$$k_{nc,t}^s = k_{nc,t} + k_{fnc,t} \tag{부29}$$

$$k_{c,t}^s = k_{fc,t} + \int_{\tilde{z}_t}^{\infty} k_{ac,t}(z_t)g(z_t)dz_t \quad (\text{부30})$$

$$\int_{\tilde{z}_t}^{\infty} y_{a,t}(z_t)g(z_t)dz_t = \tilde{y}_{a,t} \quad (\text{부31})$$

식(부27)의 좌변은 IoT 플랫폼기업에서 제공하는 IoT 서비스의 총공급량이고, 우변은 가계에서 필요로 하는 IoT 서비스의 총수요량이다. 식(부28)의 좌변은 가계 구성원 중 근로자가 제공하는 노동의 총공급량이고, 우변은 일반기업, IoT 플랫폼기업, IoT 앱기업에서 생산하는데 필요한 노동의 총수요량이다. 식(부29)의 좌변은 가계에서 제공하는 비컴퓨터자본의 총공급량이고, 우변은 일반기업과 IoT 플랫폼기업에서 생산하는데 필요한 비컴퓨터자본의 총수요량이다. 식(부30)의 좌변은 가계에서 제공하는 컴퓨터자본의 총공급량이고, 우변은 IoT 플랫폼기업과 IoT 앱기업에서 생산하는데 필요한 컴퓨터자본의 총수요량이다. 식(부31)의 좌변은 IoT 앱기업에서 제공하는 IoT 앱의 총공급량이고, 우변은 IoT 플랫폼기업에서 생산하는데 필요한 IoT 앱의 총수요량이다.

7. 모형의 解

앞에서 살펴본 제약조건, 1계 조건, 시장 청산 조건을 활용하여 비선형 연립방정식을 구성한 뒤 내생변수 λ_t , $i_{nc,t}$, $i_{c,t}$, $c_{1,t}$, $c_{2,t}$, l_t^s , $k_{nc,t+1}^s$, $k_{c,t+1}^s$, l_t , $k_{nc,t}$, y_t , π_t , $l_{f,t}$, $k_{fnc,t}$, $k_{fc,t}$, $\tilde{y}_{a,t}$, $y_{f,t}$, $\pi_{f,t}$, $l_{a,t}$, $k_{ac,t}$, $y_{a,t}$, $\pi_{a,t}$, \tilde{z}_t , $p_{2,t}$, w_t , $r_{nc,t}$, $r_{c,t}$, $p_{a,t}$ 에 대한 解를 구한다. 각 내생변수들의 초기 값은 모형의 장기균형 解를 활용한다.

참고문헌

- 라정주·한원석(2019), “플랫폼 사업자의 앱 끼워 팔기가 국민경제에 미치는 영향,” 파이터치연구원, TOUCH 20/20 2019-02.
- 정우수·김사혁·민경식(2013), “사물인터넷 산업의 경제적 파급효과 분석,” 인터넷정보학회 학회지, 14(5), pp. 119-128.
- 최희갑(2006), “Zipf 분포에 기초한 한국의 기업 규모 분포 분석,” 통계연구, 11(2), pp. 73-95.
- 홍재화·강태수(2015), “인구고령화와 정년연장 연구,” 한국은행, BOK 경제연구, 2015-10.
- Chari, V. V., P. J. Kehoe, and E. R. McGrattan(2000), “Sticky price models of the business cycle: can the contract multiplier solve the persistence problem?,” *Econometrica*, 68(5), pp. 1151-1179.
- Eden, M. and P. Gaggl(2014), “The substitution of ICT capital for routine labor: transitional dynamics and long-run implications,” UNC Charlotte Economics Working Paper.
- Edquist, H., P. Goodridge, and J. Haskel(2021), “The internet of things and economic growth in a panel of countries,” *Economics of Innovation and New Technology*, 30(3), pp. 262-283.
- Espinoza, H., G. Kling, F. McGroarty, M. O’Mahony, and X. Ziouvelou(2020), “Estimating the impact of the internet of things on productivity in Europe,” *Heliyon*, 6(5), pp. 1-7.

- Guner, N., G. Ventura, and Y. Xu(2008), “Macroeconomic implications of size-dependent policies,” *Review of Economic Dynamics*, 11(4), pp. 721–744.
- Hansen, G. D.(1985), “Indivisible labor and the business cycle,” *Journal of Monetary Economics*, 16(3), pp. 309–327.
- Lucas, R. E.(1978), “On the size distribution of business firms,” *Bell Journal of Economics*, 9(2), pp. 508–523.

사물인터넷 활성화에 따른 경제적 파급효과

발행일 : 2021년 6월

발행처 : (재)파이터치연구원

주 소 : (04511) 서울특별시 중구 통일로 2길 16(AIA 타워 8층)

전 화 : 02-6190-8975

팩 스 : 02-6190-8979

인 쇄 : 경성문화사 02) 786-2999

본 내용의 무단복제를 금함

사물인터넷 활성화에 따른 경제적 파급효과

