

비면허 주파수 관리 정책의 경제적 파급효과: 기술기준 개정을 중심으로

Economic Impact of the Unlicensed Spectrum Management Focusing on the Revision of Technical Requirements

변 희 섭

Hee Sub Byun

요 약

정부는 UWB(ultra wide band) 기술의 성장 잠재력을 고려하여, 2022년 11월 스마트폰 등 이동통신기기를 통해 해당 기술을 활용한 서비스가 가능하도록 기술기준을 개정하였다. 본 연구는 이러한 기술기준 개정 사례를 활용하여 비면허 주파수 관리 정책의 경제적 파급효과를 측정한다. 관련 산업의 생산액 변화 예측과 산업연관분석을 통해 파급효과를 측정된 결과, 기술기준 개정으로 인해 향후 10년 간 7조 1,787억 원의 생산유발효과와 2조 2,151억 원의 부가가치유발효과가 예상된다. 더불어, 취업유발효과와 고용유발효과는 각각 14,340명과 11,065명으로 추산된다. 비면허 주파수가 다양한 산업분야에 활용될 것으로 기대됨에 따라, 적극적인 관리정책이 이행되고 있다. 반면, 이러한 정책의 국가경제 기여도를 분석한 사례는 쉽게 찾기 힘들다. 본 연구는 이러한 학술적 공백을 완화함은 물론, 경제성에 입각한 시장 기반 전파자원 관리를 위한 기초자료를 제공할 것으로 기대된다.

Abstract

Considering the growth potential of ultra wide band (UWB), the government revised the technical requirements in November 2022 to enable services to use the technology through mobile communication devices such as smartphones. This study estimates the economic impact of an unlicensed spectrum management policy by analyzing cases of technical requirement revisions. Through inter-industry analysis, the revision of technical requirements is expected to induce a production effect of KRW 7.1787 trillion and an added-value effect of KRW 2.2151 trillion over the next 10 years. As an unlicensed spectrum is expected to be utilized in various industrial fields, regulators are implementing active management policies. However, analyses of the contribution of these policies to the national economy are lacking. This study not only addresses this academic gap but also provides foundational data for market-based spectrum management policies based on economic feasibility.

Key words: Spectrum Management, Unlicensed Spectrum, Technical Requirements, Economic Impact, Inter-Industry Analysis

「이 논문은 2023년도 과학기술정보통신부(정보통신기획평가원)에서 시행한 방송통신정책연구사업의 결과이며, 이러한 결과를 토대로 작성된 보고서의 일부 내용에 기초하였음을 밝힘.」

한림대학교 경영대학 금융재무학과(Department of Finance, College of Business, Hallym University)

· Manuscript received April 17, 2024 ; Revised May 7, 2024 ; Accepted June 7, 2024. (ID No. 20240417-040)

· Corresponding Author: Hee Sub Byun (e-mail: heesbyun@hallym.ac.kr)

I. 서 론

UWB(ultra wide band)는 500 MHz 이상의 주파수 대역폭을 활용하는 무선통신기술로, 넓은 대역폭을 사용하기 때문에 정확한 위치측정이 가능하여 다양한 서비스로 확장 가능성을 보유한다. UWB는 기존 블루투스, 와이파이, RFID, GPS 등과 같은 위치측정 기술과 달리, 센티미터(centimeter) 단위의 측위가 가능하기 때문에 정확도가 높으며, 적은 전력만으로 운용이 가능한 장점이 있다. ABI 리서치에 따르면, 전세계 2020년 1억 5,000억 대 수준인 UWB 탑재 기기는 2025년 10억 대로 급격히 확대될 것으로 전망되고 있다¹⁾.

UWB 기술의 성장 잠재력을 고려하여, 과학기술정보통신부는 2022년 11월 ‘디지털산업 활력 제고 규제 혁신 방안’²⁾을 발표하고, 「신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준 고시 제10조」를 개정하였다. 기존에는 혼·간섭에 대한 우려가 있어 UWB 서비스는 500 MHz 대역폭 이내에서만 사용이 가능하였으나, 혼·간섭 차단 기능을 갖춘 이동통신용 무선통신기기(스마트폰 등)에서 500 MHz 대역폭 이상으로 활용이 가능하게 되었다. 이러한 기술기준 개정을 통해, 많은 국민들이 보유하고 있는 스마트폰을 통해 UWB 기술을 활용한 서비스의 도입·활용이 가속화될 것으로 예상된다.

본 연구는 대표적 비면허 주파수를 활용한 기술인 UWB에 관한 기술기준 개정의 경제적 파급효과를 측정한다. 이론적으로 효율적 자원배분은 해당 자원이 가장 큰 경제적 편익(economic benefit)을 창출할 수 있는 주체에 의해 활용됨으로써 달성될 수 있다. 특히, 주파수는 공급이 제한되는 희소한 자원이므로, 이러한 효율적 배분(efficient allocation)의 중요성이 더욱 강조될 수 있다. 이러한 관점에서, 시장 기반 전파 관리 체계는 주파수의 효율적 배분을 위해 경제성을 핵심 기준으로 고려한다. 주파수 경제성 평가의 중요성에도 불구하고, 비면허 주파수 또는 이를 활용한 서비스에 대한 분석은 우리나라에서 활발히 이루어지지 않았다. 주파수의 경제성 평가는 면허 주파수(licensed spectrum)를 중심으로 분석되고 있으며, 이는 배타적 사용 권한의 부여에 있어 할당대가 부과, 경

매의 최저경쟁가격(reserve price) 산정 등이 필요하기 때문이다. 반면, 비면허 주파수의 경우 특정 기술기준을 충족하면 누구나 사용할 수 있는, 즉, 배타적 사용권이 부여되지 않기 때문에 경제성 분석의 필요성이 크지 않았다. 하지만, 최근 무선통신기술 발전으로 인해 주파수 수요가 급증하고 있어 공급 가능한 대역의 발굴이 화두로 떠오르고 있다. 이러한 논의하에서, 비면허 주파수의 효율적 배분에 대한 정책적 요구가 확대되어 경제성 분석의 필요성이 강조되고 있다. 특히, 비면허 주파수에는 할당대가(가격)가 부과되지 않기 때문에 자칫 비효율적으로 활용될 우려가 제기될 수 있다. 반면, 비면허 주파수에는 면허 주파수의 한계를 보완 또는 경쟁하기 위한 기술 개발을 촉진하고, 혁신적인 비즈니스 모델을 제공하는 효과³⁾가 기대된다³⁾. 이러한 상충된 기대는 객관적 방식을 통한 국가경제 기여도 측정의 필요성을 가중한다. 만일, 특정 비면허 주파수 대역이 국가경제 기여도가 크지 않다면 대역정비를 통해 보다 효율적 대안으로 회수·재배치를 검토할 수 있다.

본 연구는 경제적 파급효과 측정에 있어 산업연관분석(inter-industry analysis)을 활용한다. 산업연관분석 이외에 CGE(computable general equilibrium) 모형, 회귀분석(regression) 등을 통해 파급효과 측정이 가능하다. CGE 모형의 경우, 재화시장과 요소시장 간 균형을 전제로 외생변수가 야기하는 내생변수의 변화를 통해 파급효과를 측정한다. 비교적 정교한 측정과정을 거치는 장점을 가지지만, 균형관계가 사전에 정의되어야 하며, 사회회계행렬(social accounting matrix)의 구축이 필요하다. 무엇보다, 분석상의 복잡성으로 인해 어떤 경로를 거쳐 정책이 파급되는지를 쉽게 인지하기 어렵다. 회귀분석은 정책 변화를 반영하는 독립변수가 GDP 등 국가경제 지표에 미치는 영향력을 정량화함으로써 파급효과를 추정한다. 탄력성(elasticity) 개념을 활용하여 정책 변화가 야기하는 GDP 변화를 파급효과로 인식하는 방식이다. 개념적으로 이해가 쉬운 반면, GDP에 영향을 미칠 수 있는 요인이 오로지 특정 정책 변화에만 의존되지 않기 때문에, 분석에 있어 소위 누락변수의 편의(omitted variable bias)에 노출될 가능성이 존재한다. 산업연관분석은 국가승인통계를 활용

1) 비면허 주파수는 새로운 서비스를 도입하는 사업자의 진입장벽(entry barrier)을 낮춤으로써 혁신(innovation)을 유발할 수 있다.

함에 따라 객관성과 신뢰성이 담보될 뿐만 아니라, 산업 분류에 근거하여 여타 산업과의 비교가 용이한 장점을 갖는다. 특히, 여타 방법론과 달리 연구자가 모형 설정을 위해 선택해야 하는 요소가 적기 때문에, 자의적인 결과가 도출될 가능성이 비교적 낮다. 실무적으로 국가정책이 산업에 근거하여 도입되고 있기 때문에, 학술분석과 여러 정책 간 연계성이 확보되는 장점도 존재한다.

본 연구는 산업연관분석을 위해, 비면허 주파수 활용 관련 정책 변화와 연관되는 산업을 사전에 정의한다. 이러한 산업의 최종수요(매출액, 고정자본 형성 등)의 변화를 다양한 통계자료와 방법론을 통해 예측한다. 다음으로, 산업연관분석을 통해 생산유발계수, 부가가치유발계수와 취업·고용유발계수를 측정한다. 이러한 계수들에 앞선 최종수요의 예측치를 적용하여 경제적 파급효과를 최종 평가한다.

정보통신 경제이론 하에서 기술자산 가치 평가를 위한 여러 방법론이 제기되고 있다. 다만, 그 방법론을 현실적으로 어떻게 적용할지에 대해서는 다양한 환경적·제도적 요인을 고려한 별도의 학술연구가 필요하다. 관련하여, 경제성 평가 대안 중 파급효과 분석을 기술자산인 비면허 주파수에 적용함에 있어, 어떤 산업이 적합할지, 최종수요는 무엇을 봐야 할지에 대한 분석이 필요하다. 이러한 관점에서, 본 연구의 시도는 응용경제학(applied economics)의 한 분야로 이론적 배경을 바탕으로 실증분석을 통해 비면허 주파수의 경제성에 대한 수치적 대안을 제시하는 학술적 가치를 가질 것으로 기대된다.

한편, 본 연구는 정량적 방법을 통해 비면허 주파수 관리의 기대효과를 평가함으로써 관련 정책 도입의 당위성을 객관적으로 뒷받침할 수 있는 자료를 축적하는 데 기여할 것으로 기대된다. 주파수 관리 정책의 본질적 목표는 산업 진흥을 통해 국가경제 발전의 안정적 기반을 제공하는 데 있다. 자연히, 관련 정책 도입의 중요성은 국가경제에 대한 기여도, 즉, 경제성을 통해 정량화할 수 있다. 한편, 또 다른 전파 관리의 목표는 주파수의 이용효율을 극대화하는 데 있다. 할당주체가 정해지지 않고 관련 시장이 명확히 확정되지 않는 비면허 주파수 대역의 경

우, 이용효율의 달성 여부를 쉽게 파악하기 힘들다. 경제적 관점에서 이용효율은 해당 자원의 경제성을 통해 비교 평가가 가능하다. 본 연구는 기술기준 제·개정, 신규 서비스 발굴 지원 등 비면허 주파수 관리의 경제성 평가 결과를 제시함으로써, 관련 정책이 위와 같은 전파 관리 목표에 충분히 부합하는지를 가늠하는 데 활용될 수 있다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 비면허 주파수의 경제적 파급효과를 측정한 기존 문헌을 제시한다. III 장에서는 분석자료와 방법론을 설명하고, IV 장에서는 경제적 파급효과 측정 결과를 제시한다. V 장에서는 결론 및 정책적 활용방안을 제시한다.

II. 기존 문헌

비면허 주파수 관리의 중요성이 부각됨에 따라, 미국 등 선진국을 중심으로 경제성 평가가 시도되고 있다. 참고문헌 [4]는 소비자 잉여(consumer surplus)와 생산자 잉여(producer surplus)²⁾, 이동통신 품질(속도) 개선에 따른 GDP 상승, 새로운 비즈니스 모델 창출효과 등을 고려하여 비면허 주파수의 경제성을 평가한다. 소비자 잉여와 생산자 잉여는 기회비용(opportunity cost)의 관점에서 비면허 주파수 활용 서비스의 도입으로 인해 기존 서비스의 소비자와 생산자가 절감할 수 있는 비용에 기초하여 측정한다. 대표적인 비면허 주파수를 활용한 서비스로 와이파이 오프로딩(WiFi offloading)의 소비자 잉여는 소비자가 공공 핫스팟(hot spot)에 접속하는 경우, 동일한 접속 환경하에서 이동통신 사업자에 지불하는 비용으로 측정한다(단, 와이파이 보급비용은 차감). 생산자 잉여는 이동통신 사업자들이 트래픽 혼잡을 해소하기 위해 지출하는 비용의 절감분으로 측정한다. 이동통신 품질 개선에 따른 GDP 상승분은 계량경제학 모델링(econometric modeling)을 통해 추정된 이동통신 속도가 GDP에 미치는 효과를 통해 추정한다. 구체적으로, 와이파이 오프로딩 트래픽이 이동통신 트래픽으로 전환됨에 따라 감소한 속도를 모델로부터 추정된 값에 적용하여 GDP 변화분을 추산한다.

2) 이론적으로, 소비자 잉여는 소비자의 최대 지불의사(willingness to pay)와 균형가격 간의 차이와 판매량(quantity)을 통해 추정되며, 생산자 잉여는 생산자의 매출액과 비용을 차감하여 추정한다.

새로운 비즈니스 모델 창출에 의한 경제성은 공공장소에서 와이파이 서비스를 제공하는 기업체들의 매출을 합산하여 추정한다. 참고문헌 [5]은 우리나라 비면허 주파수의 경제성을 평가한다. 이들은 비면허 주파수 활용 서비스로 와이파이 접속, 사물인터넷, 근거리 무선통신망, 하이패스 및 RFID 사용, 레이저 및 기타 용도 등을 분석한다. 방법론으로, 기회비용 측정, 소비자 잉여와 생산자 잉여에 기반한 후생 분석, 경제적 파급효과 추정 등의 접근을 시도한다. 대표적으로, 와이파이 오프로딩의 경제성은 참고문헌 [4]와 유사하게 소비자 잉여와 생산자 잉여를 통해 측정될 수 있음을 제안한다. 사물인터넷의 경우, 산업연관분석을 활용하여 서비스를 위한 망 투자비용이 유발하는 경제적 파급효과를 통해 측정될 수 있음을 제시한다.

한편, 본 연구와 유사하게 정책 변화에 기대효과를 측정하는 연구로, 참고문헌 [6]은 개인위치정보 측위 고도화 정책의 경제적 파급효과를 분석한다. 2009년 위치정확도 고시(안)는 지형적 특성을 고려한 위치정확도 요구수준을 이행시점별로 정의하며, 모든 신규 휴대전화 단말기에 GPS 내장을 의무화한다. 동 연구는 이러한 고시(안)이 우리나라 위치정보 정확도를 향상시킴을 전제로, 소비자들의 LBS(location based service) 사용 의사 증가에 따른 파급효과를 분석한다. 파급효과 분석에 있어, 휴대전화 단말기 가격 인상(GPS 칩 내장)과 LBS 가입자 수 증가(측위 고도화에 따른 LBS 가입자 증분) 효과를 고려한다. 두 가지 효과는 연간 4,658억 원으로 추정된다. 파급효과 분석을 위해, 한국은행이 발표하는 전기전자기기, 통신방송의 유발계수를 활용한다. 이를 바탕으로, 타 산업에 미치는 파급효과를 연간 6,103억 원으로 추정한다. 주파수 공급정책에 주목한 연구로, 참고문헌 [7]는 미국 중대역 주파수의 이동통신 용도 공급에 대한 경제적 파급효과를 측정한다. 이들은 신규 설비 투자액을 최종수요로 보고, 이를 관련 산업(무선통신장비, 건설, 유선통신장비와 전선 및 케이블)의 유발계수에 적용하여 파급효과를 정량화한다. 분석결과, 7년 간 약 2,740억 달러의 생산, 130만 개의 일자리가 창출될 수 있음을 주장한다.

기존 문헌을 정리하면, 비면허 주파수 활용 서비스의 경제성 평가에 활용된 방법론은 기회비용에 근거한 후생

분석과 경제적 파급효과 추정으로 정리될 수 있으며, 본 연구는 후자를 활용하여 경제성을 평가한다. 후생 분석은 특정 산업으로부터 발생하는 소비자와 생산자의 이득에 주목하는 방법론이다. 이를 추정하기 위해서 서비스 간 대체로부터 발생하는 잉여의 추정이 필수적이다. 따라서, 대체 가능한 서비스의 인식이 분석 이전 선행되어야 한다. 본 연구의 주된 목적 중 하나는 새롭게 도입될 수 있는 비면허 주파수 활용 서비스로부터 기대되는 경제성을 평가하는 데 있다. 와이파이, RFID 등과 같이 이미 시장이 성숙된 서비스가 아닌 잠재 서비스에 대한 분석을 전제하기 때문에, 기존 어떤 서비스와 대체관계가 성립할지, 이러한 대체관계로부터 발생하는 잉여가 어느 정도일지 쉽게 예단하기 어렵다. 또 다른 측면에서, 후생 분석은 특정 산업의 소비자와 생산자 측면의 편익 변화와 연계하여 서비스 품질 향상, 시간 등 기회비용의 절감을 평가한다. 이러한 설정상, 국가경제 전체를 아우르는 관점에서 경제성을 평가하는 데 어려움이 있다. 때문에, 거시적 관점에서 비면허 주파수 활용의 파급효과를 추정하는 것이 연구의 목적을 달성하는 데 적합할 것으로 판단된다. 보다 실무적으로, 비면허 주파수의 수요제기에 있어, 경제적 효과의 제시가 필요하며, 산업적 파급효과, 고용 창출효과 등을 관련 기준으로 명시한다. 이는 실무적 관점에서 파급효과 측정이 경제성 평가의 효과적인 대안이 될 수 있음을 시사한다.

Ⅲ. 분석자료와 방법론

3-1 분석자료

본 연구는 한국은행에서 발표된 최근 년도 산업연관표(투입산출표)인 2019년 공표자료를 분석에 활용한다. 산업 간 거래구조에 급격한 변화가 없음을 전제로 각종 유발계수를 측정하고, 이를 경제적 파급효과를 추정하는 데 적용한다. 산업연관표는 대분류, 중분류, 소분류와 기본부문으로 분류되어 제공된다. 본 연구는 산업연관표 기본부문(381개) 분류를 바탕으로 관련 산업 생산액을 세밀하게 구분한다. 비면허 주파수 활용 산업을 별도 산업으로 분류하고, 나머지 산업은 대분류에 따라 합산하여 산업연관분석을 실시한다. 한편, 노동표(취업자 수, 고용자 수)

는 소분류까지만 제공된다. 따라서, 기본부문의 생산액 비중에 따라, 소분류에 기초한 노동표를 기본부문으로 분해하여 분석에 활용한다.

3.2 방법론

생산유발효과는 해당 산업의 최종수요가 한 단위 변화하였을 때, 국가경제 내 산업에서 직·간접적으로 유발되는 생산액을 의미한다. 이를 위해 생산유발계수 측정이 필요하며, 그 산식은 식 (1)과 같다. X 는 산출액, I 는 단위행렬, $(I-A^d)^{-1}$ 은 국산투입표를 활용해 계산된 레온티에프 역행렬, Y 는 최종수요를 나타낸다³⁾. 역행렬이 곧, 생산유발계수를 의미한다. 이는 특정 산업의 최종수요 변화가 해당 산업은 물론, 여타 산업의 생산을 유발하는 효과를 포함한다. 생산유발계수가 클수록 해당 산업이 국가경제에 대한 높은 파급력을 가짐을 의미한다. 산업연관표(input-output table)는 총거래표, 수입거래표와 국산거래표가 있다. 본 연구가 우리나라 국가경제의 파급효과를 측정하기 때문에, 국산거래표를 활용하여 유발계수를 측정한다.

$$\Delta X = (I - A^d)^{-1} \Delta Y \quad (1)$$

부가가치유발계수는 해당 산업의 최종수요가 한 단위 변화하였을 때, 국가경제 내 산업에서 직·간접적으로 유발되는 부가가치(v)를 의미한다. 앞선 생산유발계수에 부가가치율 대각행렬(\hat{A}^v)을 곱하여 측정되며, 산식은 식 (2)와 같다.

$$\Delta v = \hat{A}^v (I - A^d)^{-1} \Delta Y \quad (2)$$

취업·고용유발계수는 해당 산업의 최종수요가 10억 원 발생하였을 때, 국가경제 내 산업에서 직·간접적으로 유발되는 노동량을 나타낸다. 취업유발계수는 임금근로자, 자영업자와 무급가족종사자를 포함하며, 고용유발계수는 임금근로자만 포함한다. 동 유발계수는 취업계수와 고용계수 대각행렬(\hat{L}^w, \hat{L}^e)을 생산유발계수에 곱하여 측정되며, 산식은 식 (3) 및 식 (4)와 같다. l^w 은 취업량, l^e 은

고용량을 나타낸다.

$$\Delta l^w = \hat{L}^w (I - A^d)^{-1} \Delta Y \quad (3)$$

$$\Delta l^e = \hat{L}^e (I - A^d)^{-1} \Delta Y \quad (4)$$

산업연관분석을 활용하는 방식은 해당 정책 변화와 관련되는 시장규모(매출액)의 변화를 추정하고, 여기에 유발계수를 곱하여 경제적 파급효과를 추산한다. 따라서, 시장규모의 추정을 위한 관련 산업 분류가 필요하다. 참고문헌 [8]은 산업연관분석을 통해 광대역 이동통신 주파수 할당의 경제성을 평가한다. 이를 위해, 해당 주파수와 관련된 산업을 크게, 네트워크, 서비스, 단말기, 콘텐츠 등으로 나누어 창출될 수 있는 시장창출 규모(매출액)를 전망한다. 본 연구는 역시 이러한 접근과 유사하게 단말기, 장비, 서비스와 콘텐츠 및 소프트웨어 측면에 대한 검토를 통해, UWB 기술기준 개정의 파급효과를 측정하기 위한 산업분류의 방향성을 제안한다. 먼저, 기술기준 개정⁴⁾을 통해 UWB 기술의 스마트폰 탑재가 본격화될 것으로 전망되며, 이는 단말기 가격의 인상을 통해 매출이 증가하는 효과를 유도할 것이다. 특히, 비면허 주파수 활용 서비스의 특성상 단말기를 보유하는 것만으로도 서비스 이용이 가능하기 때문에, 단말기 매출은 사실상 서비스 매출을 포함한다고 볼 수 있다. 다음으로, 기술기준 개정에 따라, 대부분 스마트폰에서 UWB 기술이 활용된다면, 앵커, IoT 기기 등 무선통신기기(장비)의 매출도 동시에 증가할 것으로 예상할 수 있다.

반면, 서비스와 콘텐츠 및 소프트웨어의 경우, 기술기준 개정과 관련성이 크지 않을 것으로 판단된다. 비면허 주파수 활용 서비스의 특성상, 별도의 요금이 부과되지 않기 때문에 기술기준 개정이 서비스 매출의 변화를 야기할 것으로 보기는 힘들다. 콘텐츠 및 소프트웨어의 경우, UWB 기술이 기존에도 활용되고 있기 때문에, 기술기준 개정만으로 완전히 새로운 콘텐츠 및 소프트웨어가 도입될 것이라고 보기는 힘들다. 일례로, UWB를 활용한 실감형 도슨트 서비스를 위한 콘텐츠는 스마트폰이 아니더라도 전용 단말기를 통해 이용이 가능하다. 기술기준

3) 산업연관분석의 유발계수 도출과정은 참고문헌 [9]의 산업연관분석해설에 상세히 제시되어 있다.

4) 기술기준 개정 이전에도 일부 스마트폰에 UWB 칩이 내장된 사례가 존재한다. 하지만, 기술기준 이후 보다 질 높은 서비스 제공이 가능해짐에 따라, UWB 기술의 활용이 전방위적으로 확대될 것이다.

개정은 이러한 전용 단말기가 아닌 스마트폰을 통해 기존 콘텐츠의 이용이 가능하도록 허용하는 데 주된 목적이 있다. 따라서, 기술기준 개정이 콘텐츠 및 소프트웨어 매출에 미치는 직접적인 관련성이 미미할 것으로 보기에 적절하다. 또 다른 관점에서, 비면허 주파수를 활용한 서비스(디지털 도어락, 스마트 키 등)의 특성상 콘텐츠 및 소프트웨어는 최종재인 단말기에 애플리케이션(applications) 형태의 중간재로 포함되는 특성을 갖는다. 중간재의 효과는 유발계수의 적용을 통해 경제성에 반영된다. 이와 같은 특성을 고려할 때, 콘텐츠 및 소프트웨어 매출을 별개로 인식할 경우, 오히려 경제성이 과도하게 평가될 우려가 제기될 수 있다(표 1).

본 연구는 UWB 기술기준 개정으로 인해, 특정 산업의 최종수요(매출)의 변화가 야기하는 경제적 파급효과를 측정한다. 이를 위해, 본 연구는 기술기준 개정이 우리나라에서 발생하는 효과에 주목한다. 이는 기술기준 개정이 우리나라에서만 유효하기 때문이다. 가령, UWB 기술을 탑재한 스마트폰이 해외에서 판매되더라도, 이를 우리나라 기술기준 개정의 효과로 보기 힘들다.

본 연구는 파급효과 측정에 있어, 크게 두 가지 시나리오를 가정한다. 첫 번째 시나리오는 스마트폰 등 이동통신용 무선통신기기(단말기)에 UWB 기술이 본격적으로 탑재됨에 따라, 해당 기기의 가격 인상에 따른 매출 증가이다. 이는 기술기준 개정과 직접적으로 연관되는 시나리

오이다(기초 시나리오). 두 번째 시나리오는 앞선 단말기 매출 증가에 더하여, 이와 통신하는 여타 무선통신기기의 매출이 증가할 수 있음을 가정한다(확장 시나리오). 기술기준 개정에 의해, 스마트폰을 통한 UWB 기술 활용 서비스의 이용이 가능하더라도 새로운 장비의 추가 설치를 단정하기 힘들다. 왜냐하면, 기존 전용 단말기에 대한 스마트폰의 대체만 이루어질 뿐, 장비는 기존과 동일하게 활용될 가능성이 있기 때문이다. 따라서, 이러한 시나리오의 시장 확대에 대한 긍정적 기대를 포함하여 기초 시나리오를 확장한다.

본 연구는 현존하는 다양한 통계의 응용과 방법론을 활용하여 기술기준 개정으로 인한 매출액 변화를 평가한다. 이는 기술기준 개정 효과를 정확히 뒷받침할 수 있는 통계가 존재치 않기 때문이다. 한편, 본 연구는 향후 10년간 기대되는 경제적 파급효과를 산정한다. 기술기준 개정의 효과는 단기간에 실현되지 않으며, 오랜기간에 걸쳐 점진적으로 발생할 것으로 예상되므로 이러한 특성을 반영한 설정이다.

기술기준 개정의 경제적 파급효과 분석 과정은 크게 다섯 단계로 구성된다. 먼저, 유관 산업의 정의 및 분류가 필요하다. 유관 산업은 UWB 기술기준 개정으로부터 최종수요가 변화할 것으로 예상되는 산업으로 인식될 수 있다. 둘째, 기술기준 개정으로 인한 매출액 변화를 평가한다. 이는 앞서 도출된 유관 산업 매출의 한계변화를 통해 파악할 수 있다. 매출은 가격과 판매량으로 분해할 수 있으므로, 이들에 대한 각각의 변화를 추정하는 작업이 이루어져야 한다. 셋째, 산업분류와 산업연관표를 연계하고, 유관 산업 중심의 산업연관표를 작성한다. 본 연구는 파급효과 측정의 객관성을 담보하기 위해 한국표준산업분류(KSIC, Korea Standard Industry Code) 세세분류(5자리)에 기초하여 산업을 분류한다. 한국은행이 공표하는 산업연관표는 KSIC 분류에 따라 산업을 구분하지 않는다. 따라서, 두 가지 분류 기준을 서로 매칭(matching)하는 작업이 필요하다. 이러한 작업 이후에는 본 연구가 기술기준 개정의 파급효과 측정에 활용하는 산업 부문만을 기존 산업 부문에서 추출한 새로운 산업연관표의 작성이 필요하다. 넷째, 새롭게 작성된 산업연관표를 활용하여 각종 유발계수를 측정한다. 마지막으로, 2단계에서 측정

표 1. UWB 기술기준 개정 관련 산업

Table 1. Industries involved in revising UWB technical requirements.

| Industry | Relevance | Contents |
|---------------------|-----------|--|
| Mobile phone | High | · Increased sales by raising mobile phone prices |
| Device | High | · Increased sales of wireless communication devices, including anchors and IoT devices |
| Service | Low | · There are no charges for services utilizing unlicensed spectrum |
| Contents & Software | Low | · The revision of technical standards has led to a low possibility of introducing new content and software |

된 매출액(최종수요) 변화와 4단계에서 측정된 유발계수를 바탕으로 최종적으로 경제적 파급효과를 산정한다.

IV. 경제적 파급효과 측정 결과

4.1 관련 산업 정의 및 분류

앞서 논의한 바와 같이, UWB 기술기준 개정은 이동통신 단말기(스마트폰)와, 이와 연결된 무선통신기기의 매출 변화를 통해 경제적 파급력을 가질 것으로 예상된다. 따라서, 단말기와 장비 산업을 유관 산업으로 정의할 수 있다. 한국표준산업분류 해설서에 따라, 단말기 산업은 이동전화기 제조업(산업코드: 26422)으로, 장비 산업은 기타 무선통신장비 제조업(산업코드: 26429)으로 정의할 수 있다.

4.2 매출액(생산액) 변화 추정

현 단계에서는 앞선 1단계에서 분류한 두 가지 산업에 대한 매출 변화를 추정함으로써 기술기준 개정의 효과를 정량화한다. 먼저, 단말기 산업의 매출 변화 추정을 위해 기술기준 개정이 야기하는 스마트폰 등 이동통신용 무선통신기기의 가격과 판매량의 변화를 추정한다. 먼저, 가격의 변화는 기존과 달리 UWB 기술이 스마트폰에 탑재됨을 전제할 때, 가격 인상분을 통해 평가될 수 있다. 최신 UWB 기반 스마트버튼은 2023년 10월 삼성전자가 출시한 스마트태그 2이며, 해당 기기의 정식출시 가격은 36,300원이다. 만일, 스마트버튼과 동일한 부품(또는 기술)을 활용하여 UWB 기능이 스마트폰에 내장된다면, 이에 소요되는 비용이 스마트폰 가격에 반영될 것이다. 다만, 재화와 서비스의 가격이 매출원가뿐만 아니라, 마케팅, 광고선전, 인건비(고정비) 등과도 연관될 수 있다는 측면에서, UWB 기술이 탑재된 기기를 스마트폰에 장착할 경우, 기기 가격보다 낮은 비용이 들 것이다. 따라서,

이러한 현실을 고려하여 본 연구는 매출원가 대 매출액 비율을 활용한다. 동 비율은 전체 매출액에서 판매비 및 관리비 등 각종 운용·관리 비용을 제외하고 순수하게 해당 기기를 생산하는데 소요되는 비용이 차지하는 비중을 의미한다. 이동전화기 제조업이 포함되는 통신 및 방송기기 산업(C264)의 최근 5년 간 매출원가 대 매출액 비율 평균(한국은행 기업경영분석 자료)은 약 69.42 %로 확인된다. 따라서, 본 연구는 스마트폰 한 대당 25,200원(36,300원×0.6942)만큼 가격 인상이 발생할 것으로 가정한다.

한편, 앞서 가정한 가격은 UWB 기술에 대한 수요에 따라 달라질 수 있다. 초기 서비스 정착 과정에서는 영업마진이 낮게 설정될 수 있다⁵⁾. 반면, UWB 기술에 대한 의존도가 증가(또는 감소), 즉, UWB 기술에 대한 수요가 확대(축소)될 경우, 영업마진을 높게(낮게) 형성시킬 가능성이 존재한다. 이러한 효과들을 고려하여 본 연구는 스마트폰 버튼 가격에 영업마진을 가감함으로써 가격 변화 최소치와 최대치를 설정한다. 영업마진은 매출액영업이익률(영업이익/매출액)으로 추정이 가능하다. 본 연구는 한국은행 기업경영분석⁶⁾이 제공하는 통신 및 방송장비 산업의 매출액영업이익률의 최근 5개년 평균치인 15.44 %를 활용한다. 평균 수준은 UWB 기술에 대한 수요가 현재와 유사하게 유지됨을 전제로, 앞선 가격⁷⁾을 그대로 활용한다. 최소 수준은 UWB 기술에 대한 수요가 초기에 빠르게 증가하지 않아 가격에 영업마진을 고려치 않은 상황을 전제한다. 따라서, 평균가격에서 영업마진을 차감한 나머지 금액을 최소치로 고려한다. 최대 수준은 UWB 기술에 대한 의존도가 확대됨을 전제로 기초가격에 영업마진을 가산한 금액을 최대치로 고려한다(표 2).

다음으로, 판매량 변화에 대한 추정이 필요하다. 본 연구는 판매량을 추정함에 있어 누적(stock)이 아닌, 특정기간 동안 발생하는 유량(flow, 향후 10년간)을 기초로 스마트폰 가입 및 교체 수요를 반영하여 경제성을 평가한다.

- 5) 본 연구의 설정은 기술기준 개정의 최대 기대효과를 반영한다. 왜냐하면, 정책 변화에도 불구하고, 사업자가 UWB 기능을 적극적으로 채택하지 않거나, 해당 기능에 대한 소비자의 수요가 감소할 수 있기 때문이다. 이론적으로 시장 수요의 하락은 해당 기술 가격의 감소를 야기한다. 이러한 측면에서, 본 연구는 관련 기술의 가격이 현재 수준에서 더 낮게 형성될 가능성, 즉, 최소 시나리오를 통해 이를 반영한다.
- 6) 참고문헌 [12], 2021년 기업경영분석 결과와 참고문헌 [13], 2019년 기업경영분석 결과에서 해당 자료를 추출
- 7) 본 연구는 물가상승에 따른 효과를 미반영한다. 이는 UWB 기술 확산에 따라 각종 장비의 가격이 하락할 것이라는 전망이 물가상승 효과를 상쇄할 뿐만 아니라, 영업마진에 물가상승의 효과가 일정 수준 반영될 것이기 때문이다.

표 2. UWB 기술 탑재에 따른 스마트폰 가격 변화 측정
Table 2. Smartphone price changes.

| Scenario | Average | Minimum | Maximum |
|----------|-------------|------------------------|------------------------|
| Formula | Basic price | Basic price*(1-Margin) | Basic price*(1+Margin) |
| Results | KRW 25,200 | KRW 21,310 | KRW 29,090 |

이러한 설정은 기술기준 개정이 일정시점 이후부터 발효되기 때문이다. 이를 통해 순수한 기술개정의 효과를 분석에 반영한다. UWB 기술은 스마트폰에 내장된 하나의 서비스(또는 애플리케이션)로 인식될 것으로 예상된다. 소비자가 오로지 UWB 기술만을 활용하기 위해 스마트폰을 수요하지 않을 것이다. 따라서, UWB 기술이 탑재되어 기능이 업그레이드된 스마트폰에 대한 수요를 기술기준 개정에 따른 판매량 변화로 가정한다. 앞서, 가격 변화에 있어 스마트폰 가격이 아닌, UWB 기술 탑재에 따른 스마트폰 가격 증분을 고려하였으므로, 판매량 변화를 스마트폰 수를 통해 파악하더라도 UWB 기술 고유의 효과를 평가하는 데 큰 어려움이 없을 것으로 판단한다.

본 연구는 과학기술정보통신부가 공표하는 이동통신 회선 수를 바탕으로 단말기 판매량 변화를 추정한다. 이동통신 회선 수에는 우리나라 단말기와 해외기업이 생산한 단말기 판매량에 대한 정보를 모두 포함한다. 따라서, 회선 수를 단말기 판매량으로 보는 것은 매출 변화를 과대 추정할 우려가 있다. 해외기업이 생산한 단말기의 경우, UWB 기술이 탑재되더라도 우리나라 경제에 미치는 파급력을 갖지 못할 것이므로⁸⁾, 본 연구에서 고려될 필요성이 거의 없다. 한국갤럽조사연구소¹⁰⁾가 발표한 자료에 따르면, 우리나라 이동통신 가입자의 약 75 %는 우리나라 이동전화기 제조사(삼성전자, LG 등)의 단말기를 활용하는 것으로 나타난다. 이러한 통계에 근거하여 본 연구는 이동통신 회선 수의 75 %를 판매량 변화에 활용한다.

UWB 기술이 탑재된 이동통신용 단말기에 대한 수요는 신규 가입수요와 기존에 사용 중인 단말기에 대한 교

체수요에 의해 발생할 것이다. 먼저, 가입수요는 이동통신 회선 수의 추세적 증가(최근 5년 연평균 성장률)를 반영하여 산정한다. 이는 이동통신 신규 가입수요가 현재 수준으로 유지될 것을 가정하는 접근이다. 본 연구는 스마트폰뿐만 아니라, 이동통신용 무선통신기기를 활용한 모든 회선을 추정에 고려한다. 이는 기술기준 개정이 스마트폰뿐만 아니라, 이동통신용 무선통신기기에서 UWB 기술의 폭 넓은 활용을 의도하기 때문이다. 2018년부터 2022년까지 이동통신 회선 수는 연평균 약 3.79 % 증가한 것으로 나타난다. 본 연구는 이러한 수치가 향후 10년간 동일하게 유지함을 전제로 가입수요에 따른 단말기 판매량 변화를 추산한다.

2018년 한국인터넷진흥원이 발표한 자료¹¹⁾에 따르면, 이동통신 단말기(스마트폰)의 교체주기는 평균 2년 9개월로 나타난다. 기술수명주기(technology life cycle) 이론에 따르면, 기술 수용도는 소비자에 따라 다르게 나타난다. 스마트폰 교체주기 역시 이러한 논의에 따라 소비자의 성향에 따라 달라질 수 있다. 위 자료에 따르면, 2년~2년 6개월 미만 교체주기를 가진 소비자가 전체 조사대상의 28.7 %로 가장 높은 비중을 차지하는 반면, 교체경험이 없는 소비자도 16.8 %가 존재하는 것으로 파악된다. 본 연구는 이러한 패턴이 향후에도 일정 수준 지속됨을 전제로, UWB 기술이 탑재된 스마트폰의 교체수요를 추정한다. 본 연구는 연간 동일한 비중의 교체가 발생함을 전제한다. 가령, 2년 미만 교체비중이 6.9 %이므로 1년차에는 전체 스마트폰의 3.45 %가 교체될 것으로 가정한다. 또한, 교체주기 확대 추세를 고려하여 2년 6개월 미만~3년 미만 비중을 동일 비중으로 분리하여 3년차 교체와 4년차 교체에 반영한다¹⁰⁾. 이러한 접근을 바탕으로, 1년차 3.45 %, 2년차 3.45 %, 3년차 38.85 %, 4년차 37.45 %의 교체가 발생하였음을 가정하고, 이를 10년동안 순환하여 교체수요를 추정한다.

UWB 기술기준 개정이 2022년 말 이루어졌으므로, 이 시점 이후 발생하는 스마트폰 교체를 고려한다. 즉, 2022

8) 본 연구가 외산 스마트폰을 분석에서 제외한 것은 우리나라 기업의 매출을 순수하게 추출하여 우리나라에서 기대되는 경제적 파급효과를 추정하기 위한 설정이다. 만일, 외산 스마트폰을 분석에 고려한다면 우리나라의 경제적 파급효과가 과대추정될 수 있다.

9) 2년 미만 6.9 %, 2년~2년 6개월 미만 28.7 %, 2년 6개월~3년 미만 20.3 %, 3년~3년 6개월 미만 27.3 %, 교체경험 없음 16.8 %.

10) 가령, 2014년 스마트폰 평균 교체주기는 23개월이었던 반면, 2018년에는 33개월로 확인되어, 전반적인 상승추이가 나타난다. 이는 스마트폰 가격 인상, 선택약정할인 등에 기인한 것으로 풀이될 수 있다.

년 말 이전 스마트폰이 구입되었음을 전제하고¹¹⁾, 이후 교체패턴을 반영하여 2023년을 시작점으로 향후 10년간의 교체비중을 파악한다. 이러한 과정에서 나타나는 스마트폰 교체비중이 실제 연간 교체빈도를 의미하지는 않다. 단지, 교체비중이 누적되어 정해진 기간동안 교체된 스마트폰의 총량을 단계적으로 평가하기 위한 접근이다. 향후 10년간 UWB 기술이 탑재된 스마트폰에 대한 누적 교체비중은 243.2 %로 추정된다.

표 3은 앞선 가입수요와 교체수요를 반영하여 스마트폰 수요를 추정한 결과이다. 2022년 말 기준 이동통신 회선 수는 76,992,107개이다. 이 중 우리나라 단말기 사용비중을 75 %로 가정하면 57,744,080개 회선이 UWB 기술기준 개정과 연관될 것으로 판단된다. 연간 가입수요가 3.79 %씩 증가함을 가정할 때, 향후 10년간 26,020,919개의 가입수요가 예상된다. 본 연구는 이러한 가입수요에 더하여, 가입 이후 교체되는 이동통신 회선 수도 가입수요 추정에 고려한다. 이는 현실적으로 미래 가입수요가 실현된 이후에도 일정기간 해당 스마트폰의 교체가 발생할 것이기 때문이다. 교체비중은 앞서 논의한 수치를 미래 시점별로 적용한다. 신규 가입수요에 대한 교체수요는 10년간 23,627,205개로 예상된다. 결국, 가입수요에 기초한 미래 스마트폰 수요는 49,648,124개로 추정된다. 한편, 이동통신 회선 수에 스마트폰 교체비중을 적용하면, 향후 10년간 140,433,603개의 교체수요가 예상된다. 결국, UWB 기술기준 개정 이후 스마트폰 수요는 190,081,727개로 예상된다. 실무적으로, 우리나라 스마트폰 연간 출하량이 1,200만 대 수준으로 평가된다. 이를 고려할 때, 스마트폰을 제외한 여타 이동통신용 무선통신기기가 포함된 10년간 1억 9,008만 대의 수요는 대체로 적정한 수치로 평가된다. 구체적으로, 2022년 말 기준 휴대폰을 제외한 가입

자 기반 단말장치, 사물지능통신, 기타 등의 회선이 차지하는 비중은 약 28 %로 나타난다. 이를 1억 9,008만 대에 적용하면, 대략 5,322만 대이므로, 1억 3,686만 대의 스마트폰 수요를 도출할 수 있다. 이는 연간 출하량을 10년간 적용한 수치와 대체로 유사하다.

UWB 기술기준 개정에 따른 이동통신용 무선통신기기 가격과 판매량 변화를 바탕으로, 이동전화기 제조업의 생산액 변화를 추정한 결과는 표 4에 제시된 바와 같다. UWB 기술 탑재의 가격 변화 예상에 따라 평균, 최소, 최대를 나누어 계산하였으며, 추정된 가격에 표 3의 수요(판매량)를 곱한 값이다. 가격의 평균 수준을 가정할 때, 10년간 생산액 변화는 4조 7,901억 원으로 추정된다. 최소 수준은 4조 506억 원, 최대 수준은 5조 5,295억 원으로 예상된다.

본 연구는 기초 시나리오에 더하여, 확장 시나리오도 평가한다. 이러한 시나리오는 기타 무선통신기기 제조업 생산액 변화를 추가 반영하므로, UWB 기술기준 변화에 따른 해당 산업의 생산액 변화를 추정할 필요가 있다. 비면허 주파수 활용 서비스에 대한 통계가 거의 존재하지 않기 때문에 기술기준 개정에 따른 무선통신기기 가격과 판매량의 변화를 예측하기 어렵다. 더욱이, UWB 활용 기술이 스마트팩토리, 스마트빌딩 등 산업 분야뿐만 아니라, 박물관, 미술관 등 문화생활 분야에도 활용될 수 있어, 장비 구축 환경을 일관적으로 파악하는 데 어려움이 있다.

일반적으로, 매출 변화를 추정하는 방법론은 회귀분석(regression analysis), 확산모형(diffusion model), 시계열모형(time-series model), 설문조사(survey) 등이 존재한다. 첫 번째 방법론의 경우 매출액에 영향을 미칠 수 있는 다양

표 3. UWB 기술기준 개정 이후 스마트폰 수요(단위: 대)
Table 3. Smartphone demand (unit: 1 piece of smartphone).

| Demand | Subscription demand | Replacement demand | Total |
|----------|---------------------|--------------------|-------------|
| 10 years | 49,648,124 | 140,433,603 | 190,081,727 |

표 4. UWB 기술기준 개정에 따른 이동전화기 제조업 생산액 변화(단위: 억 원)
Table 4. Changes in mobile phone manufacturing production (unit: 100 million won).

| Scenario | Average | Minimum | Maximum |
|----------|---------|---------|---------|
| 10 years | 47,901 | 40,506 | 55,295 |

11) 구매 시점을 2022년이 아닌 이전년도(2020년, 2021년)로 설정하더라도 누적된 교체비중은 동일하다.

한 요인을 연구자가 선택적으로 활용할 수 있는 장점이 있다. 반면, 나머지 방법론의 경우, 해당 서비스의 가입자 수, 매출액 등을 활용하기 때문에, 비면허 주파수 활용 서비스와 같이 분석자료가 거의 존재치 않는 산업에 적용하는 데 어려움이 있다. 일반적으로, 무선통신 서비스의 구성을 위해서는 단말기의 활용과 네트워크 장비의 설치가 필요할 것이며, 이러한 설정은 비면허 주파수 활용 서비스에도 적용될 것이다. 이러한 논의 하에서, 본 연구는 앞선 산출된 단말기 산업의 매출액과 장비 산업의 생산액 간의 인과관계(회귀분석)를 평가하여, 기술기준 개정에 따른 기타 무선통신기기 제조업의 생산액 변화를 추정한다.

본 연구는 2011년 1월부터 2021년 12월까지 월별 시계열 자료를 활용하여, 이동전화기 매출 변화에 따른 기타 무선통신기기 매출 변화를 추정한다. 실증분석을 위한 자료는 ICT 산업 생산 월보에서 추출한다. 해당 자료는 무선통신기기를 하나로 통합하여 생산액이 보고된다. 따라서, 생산액을 이동전화기와 기타 무선통신기기로 구분하는 작업이 필요하다. 국가승인통계인 ICT실태조사(연간 자료)에는 상기 두 가지 분류에 따른 생산액을 보고한다. 본 연구는 두 분류의 연간 생산액 비중을 월별 자료에 적용하여, 각 산업분야별 생산액을 추출한다.

종속변수는 기타 무선통신기기 제조업의 생산액이며, 주요 독립변수는 이동전화기(이동통신 단말기) 제조업 생산액이다. 본 연구는 종속변수와 독립변수에 자연로그(natural log)를 취하여 추정결과가 탄력성의 개념을 갖도록 설정한다. 이러한 설정 하에서, 추정결과는 이동전화기 제조업 생산액 1 % 변화가 야기하는 기타 무선통신기기 제조업 생산액의 % 변화로 해석될 수 있다. 한편, 기타 무선통신기기 매출은 이동전화기뿐만 아니라, 정보통신기기 산업의 전반적인 발전 수준에 의해 영향을 받을 수 있다. 더불어, 산업 고위 성장추세도 반영될 수 있다. 따라서, 이러한 효과들이 동시에 고려되어야 누락변수의 편의를 사전에 통제할 수 있다. 본 연구는 상기 두 가지 효과를 통제하기 위해 정보통신기기 제조업 생산액(이동전화기와 기타 무선통신기기 생산액 제외)과 전기(t-1) 기타 무선통신기기 제조업 생산액을 통제변수로 모형에 추가한다.

표 5. 기타 무선통신기기 제조업 생산액 회귀분석 결과
Table 5. Regression results.

| Variable | Results |
|--|------------|
| Intercept | -6.3320*** |
| | [-3.06] |
| Ln (mobile phone production) _t | 0.1264*** |
| | [3.54] |
| Ln (information and communication equipment production) _t | 0.5578*** |
| | [4.52] |
| Ln (other wireless communication device production) _{t-1} | 0.6131*** |
| | [6.22] |
| Obs | 121 |
| R ² | 0.5882 |

주) *, **, ***은 각각 10 %, 5 %, 1 % 유의수준에서 통계적으로 유의미함.

표 5는 회귀분석 결과를 제시한다. 이동전화기 제조업 생산액의 추정계수는 0.1264로 나타난다. 이는 이동전화기 제조업 생산액이 1 % 증가할 경우, 기타 무선통신기기 제조업 생산액이 약 0.13 % 증가함을 의미한다. 앞선 UWB 기술기준 개정은 최소 4조 506억 원에서 최대 5조 5,295억 원까지 이동전화기 제조업의 생산액을 증가시킬 것으로 예상된다. 이러한 변화가 이동전화기 제조업의 전체 생산액에서 차지하는 비중에 따라 기타 무선통신기기 제조업 생산액의 변화를 야기할 것이다. 가령, 기술기준 개정 이후 첫 해에는 이동전화기 제조업 생산액이 약 0.45 % 증가할 것으로 예상된다(2021년 대비). 이러한 예상에 앞서 추정된 탄력성을 적용하면, 기타 무선통신기기 제조업 생산액은 약 0.06 % 증가할 것이다.

위와 같은 논리를 적용하여 UWB 기술기준 개정에 따른 기타 무선통신기기 제조업 생산액 변화를 추정한 결과는 표 6에 제시된 바와 같다. 평균 수준에서 10년간 약

표 6. UWB 기술기준 개정에 따른 기타 무선통신기기 제조업 생산액 변화(단위: 억 원)

Table 6. Changes in other wireless communication device manufacturing production (unit: 100 million won).

| Scenario | Average | Minimum | Maximum |
|----------|---------|---------|---------|
| Total | 1,672 | 1,414 | 1,930 |

표 7. UWB 기술기준 개정에 따른 시나리오별 생산액 변화(단위: 억 원)

Table 7. Change in production by scenario (unit: 100 million won).

| Scenario | Average | Minimum | Maximum |
|-----------|---------|---------|---------|
| Basic | 47,901 | 40,506 | 55,295 |
| Extention | 49,573 | 41,920 | 57,226 |

1,672억 원의 생산액 증가가 발생할 것으로 예상된다. 최소 1,414억 원에서 최대 1,930억 원의 생산액 증가폭이 확인된다. 생산액 변화가 이동전화기 제조업에 비해 크지 않은 이유는, 하나의 무선통신기기(예를 들어, UWB 앵커)에 다수 단말기의 연결이 가능하기 때문에, 장비의 추가 설치수요가 단말기에 비해 낮기 때문으로 풀이될 수 있다. 이러한 추론은 이동전화 단말기 산업에 비해 기타 무선통신기기 산업의 규모가 비교적 낮은 현실에 의해 뒷받침될 수 있다.

표 7은 UWB 기술기준 개정에 따른 시나리오별 생산액 변화를 제시한다. 기초 시나리오 하에서는 평균 4조 7,901억 원의 생산액 증가가 예상된다. 확장 시나리오 하에서는 평균 4조 9,573억 원의 생산액 증가가 예상된다.

4.3 산업연관표 작성

산업연관분석에는 산업연관표가 필요하다. 한국은행이 공표하는 산업연관표는 381개 기본부문에 따른 산업(상품) 간 거래구조를 반영한다. 하지만, 해당 자료는 본 연구가 앞서 분류한 UWB 기술기준 개정과 관련된 산업이 별도 분류되어 제공되지 않는다. 한국은행 산업연관표는 KSIC를 적용하지 않고 자체 상품분류(또는 산업분류) 기준에 따라 공표된다. 본 연구에서 산업분류(KSIC)는 산업의 정의, 산업연관표는 해당 산업분류의 생산액 산출에 활용된다. 따라서, 기술기준 변화에 관련된 산업만을 추출하고, 동 산업과 여타 산업 간의 거래구조를 바탕으로 한 새로운 산업연관표 작성할 필요가 있다.

이동전화기 제조업은 산업연관표 이동전화기 부문과 매칭될 수 있으며, 기타 무선통신기기 제조업은 기타 무선통신기기 및 방송장비 부문과 매칭될 수 있다. 이동전화기의 경우, 이동전화기 제조업의 생산액을 모두 포함하기 때문에 별도의 생산액 추출과정이 필요치 않다. 반면,

기타 무선통신기기의 경우, 생산액에 방송장비 부문이 포함된다. 기타 무선통신기기의 고유 생산액을 추출하기 위해, 본 연구는 통계청이 발표한 2020 경제총조사를 활용한다. 해당 자료에는 KSIC 세세분류별 생산액이 포함되어 있다. 기타 무선통신기기 제조업과 방송장비 제조업의 생산액을 추출하여 합산하고, 이 값에서 기타 무선통신기기 제조업 생산액이 차지하는 비중을 계산한다. 해당 비중은 45.28 %로 산출된다. 이 비중을 산업연관표의 기타 무선통신기기 및 방송장비 부문 생산액에 곱하여, 기타 무선통신기기 생산액을 추출한다. 본 연구는 이동전화기 제조업과 기타 무선통신기기 제조업을 별도 산업으로 분류한 산업연관표를 작성하고, 이를 바탕으로 각종 유발계수를 측정한다.

4.4 유발계수 계산

새롭게 작성된 산업연관표를 활용하여, UWB 기술기준 개정에 관련한 산업에 대한 통계를 산출한다(2019년 기준). 이동전화기 제조업의 생산액은 32조 원, 부가가치는 8조 2,000억 원으로 추산된다. 취업자 수와 고용자 수는 각각 2만 5,000명과 2만 4,000명으로 파악된다. 기타 무선통신기기 제조업의 생산액은 4조 7,000억 원, 부가가치는 1조 1,000억 원으로 추산된다. 취업자 수와 고용자 수는 각각 3,800명과 3,556명으로 파악된다.

이동전화기 제조업의 경제적 파급효과 측정을 위한 산업연관분석 결과는 표 8에 제시된 것과 같다. 생산유발계수는 1.4424로 나타나는데, 이는 최종수요 1,000원이 국가경제 내 1,442원 가량 생산을 유발할 수 있음을 나타낸다. 부가가치유발계수는 0.4452로 최종수요 1,000원이 국가경제 내 445원의 부가가치를 유발할 수 있음을 의미한다.

표 8. 산업연관분석 결과

Table 8. Inter-industry analysis results.

| Induction coefficient | Production | Added value | Hiring | Employment |
|---|------------|-------------|--------|------------|
| Mobile phone manufacturing | 1.4424 | 0.4452 | 2.8631 | 2.2077 |
| Other wireless communication device manufacturing | 1.6118 | 0.4938 | 3.7428 | 2.9306 |

일반적으로, 생산유발효과와 부가가치유발효과를 합산하여 경제적 파급효과를 추산한다. 취업유발계수는 2.8631, 고용유발계수는 2.2077로 나타난다. 이는 이동전화기 제조업의 최종수요 10억 원이 증가함을 전제로 최소 2명 이상의 취업이 유발되고 있음을 의미한다.

기타 무선통신기기 제조업의 생산유발계수는 1.6118로 나타난다. 앞선 이동전화기 제조업에 비해 비교적 높은 값이 확인되는데, 이는 여타 산업으로부터 중간재를 공급받는 수준이 이동전화기 제조업에 비해 높기 때문으로 풀이될 수 있다. 부가가치유발계수는 0.4938로 나타나, 이동전화기 제조업에 비해 높은 값이 확인된다. 취업유발계수는 3.7428, 고용유발계수는 2.9306으로 확인된다.

4.5 경제적 파급효과 측정

산업연관분석을 통한 경제적 파급효과는 유관 산업의 최종수요 변화와 유발계수를 통해 측정된다. 따라서, UWB 기술기준 개정으로 인해 변화될 수 있는 이동전화기 제조업과 기타 무선통신기기 제조업 생산액 변화를 최종수요로 측정된 유발계수를 적용하여 경제적 파급효과를 추산한다. 표 9는 평균 수준의 경제적 파급효과를 추산한 결과를 제시한다. 유관 산업을 포함한 경제적 파급효과는 9조 3,938억 원으로 추산된다. 생산유발효과는 7조 1,787억 원, 부가가치유발효과는 2조 2,151억 원으로 추산된다. 취업유발효과는 14,340명으로, 고용유발효과는 11,065명으로 추산된다. 유관 산업을 제외한 여타 산업에 미치는 영향력을 추산한 결과(외생화), 3조 15억 원의 파급효과가 확인된다. 이는 기술기준 개정에 직접적으로 영향을 받는 산업을 제외하더라도, 10년간 3조 15억 원 수

표 9. 경제적 파급효과(단위: 억 원/명)

Table 9. Economic impact (unit: 100 million won/person).

| Inducing effect | | Mobile phone | Other wireless communication device | Total |
|-----------------|-------------|--------------|-------------------------------------|--------|
| Economic effect | Production | 69,092 | 2,695 | 71,787 |
| | Added value | 21,325 | 826 | 22,151 |
| | Total | 90,417 | 3,520 | 93,938 |
| Hiring | | 13,714 | 626 | 14,340 |
| Employment | | 10,575 | 490 | 11,065 |

준의 국가경제에 대한 파급력을 가짐을 의미한다.

한편, 보고하지 않았지만, 최소 수준의 경제적 파급효과를 추산한 결과, 유관 산업을 포함한 경우 7조 9,435억 원의 경제적 파급효과가 예상된다. 취업 유발효과와 고용 유발효과는 각각 12,126명과 9,357명으로 추산된다. 최대 수준의 경제적 파급효과는 10조 8,440억 원으로 추산되며, 취업과 고용 유발효과는 각각 16,554명과 12,773명으로 예상된다.

V. 결론 및 시사점

본 연구는 UWB 관련 기술기준 개정의 경제적 파급효과를 측정한다. UWB 기술기준 개정을 통해 향후 10년간 6조 704억 원에서 8조 2,869억 원의 생산유발효과와 1조 8,731억 원에서 2조 5,571억 원의 부가가치유발효과가 기대된다. 더불어, 12,126명에서 16,554명의 취업유발효과와 9,357명에서 12,773명의 고용유발효과가 예상된다.

본 연구는 비면허 주파수를 활용한 서비스(기술)의 경제성 평가를 위한 분석 틀을 제안함으로써 효율적 관리 방안 모색의 기초자료를 제공할 것으로 기대된다. 본 연구가 제안한 방법론은 분석된 용도뿐만 아니라, 다른 용도의 비면허 주파수 활용 서비스를 분석하는 데 활용이 가능하다. 정책적으로 대역정비, 2차 시장 형성, 할당대 부과 등 전파 관리의 중요성이 점차 강조되는 추세에 있지만, 이를 뒷받침할 수 있는 분석자료를 부족한 상황이다. 주파수 수요가 복잡·다양해짐에 따라, 데이터에 기반한 관리가 필요하다. 이러한 관리를 위해서는 정량화할 수 있는 통계 생산 여건이 조성되어야 할 것이며, 본 연구의 결과는 이와 같은 정책관리 고도화를 위해 활용될 수 있다. 다음으로, 본 연구는 비면허 주파수 분배를 위한 기준을 마련하는 데 기여할 것으로 판단된다. 국가경제에서 비면허 주파수 활용이 점차 확대되는 반면, 공급이 제한되고 있어 효율적 분배 대안을 선정하기 위한 기준 마련이 요구된다. 그럼에도 불구하고, 현재까지 비면허 주파수 분배는 주로 활용주체의 수요제기에 의존하고 있어 관리 과정의 체계성과 엄밀성을 개선할 필요가 있다. 본 연구는 경제성을 하나의 기준으로 제안하며, 이를 위해 필요한 분석과정을 제시한다.

본 연구는 몇 가지 한계점을 갖는다. 먼저, 본 연구는 관련 정책이 의도하는 바와 같이, UWB 활용이 적극적으로 이루어짐에 따라 모든 스마트폰에서 해당 기술이 채택됨을 전제한다. 반면, UWB 기술에 대한 수요가 충분히 높지 않아 이러한 가정이 성립되지 않을 가능성도 존재한다. 따라서, 본 연구의 경제적 파급효과는 과대추정될 가능성이 존재하므로 해석에 주의를 요한다. 관련하여, 보수적 접근을 통해, UWB 연동 스마트폰 수요를 전체 스마트폰(100 %)이 아닌 50 % 수준임을 가정하여 분석한 결과, 경제적 파급효과는 5조 2,807억 원 수준으로 평가된다. 둘째, 본 연구는 이용 가능한 통계를 활용하여 다양한 현실적 가정을 전제로 분석을 수행한다. 따라서, 향후 이러한 가정에 변화가 나타나면, 분석결과 역시 달라질 수 있다. 향후 보다 정교한 통계의 활용이 가능하다면, 본 연구가 제안한 경제적 파급효과 측정의 논리를 활용하되 각 과정에서 적용되는 수치를 조정하여 엄밀한 분석결과 도출이 가능할 것이다.

References

- [1] Maeil Business Newspaper, "1000 times faster than bluetooth... Samsung Electronics creates a 'Dream Chip'," 2023. Available: <https://www.mk.co.kr/news/business/10611525>
- [2] Ministry of Science and ICT, "Enhancing the vitality of industrial sites and accelerating digital-based economic innovation through rapid reform of digital industry regulations," 2022. Available: <https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3182337&searchOpt=ALL&searchTxt=>
- [3] P. Milgrom, J. Levin, and A. Eilat, "The case for unlicensed spectrum," Stanford Institute for Economic Policy Research Discussion, Stanford, CA, Paper No. 10-036, Oct. 2011.
- [4] R. Kats, "A 2017 Assessment of the current & future economic value of unlicensed spectrum in the United States," in *2014 TPRC Conference Paper*, Schertz, TX,

- Apr. 2018. pp. 1-99.
- [5] H. Kim, D. Lim, A. Chung, and I. Kim, "Economic evaluation methodology for unlicensed radio spectrum in Korea," Korea Information Society Development Institute, Jincheon, 2017.
- [6] S. K. Park, J. D. Song, and B. H. Lee, "Analysis of economic effect of accuracy improvement in location based services," *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, vol. 6, no. 4, pp. 173-194, Dec. 2011.
- [7] D. W. Sosa, G. Rafert, "The economic impacts of reallocating mid-band spectrum to 5G in the United States," Boston, MA, Analysis Group, 2019.
- [8] J. Jahng, J. Yeo, "The economic effects of mobile broadband spectrum assignment: An input-output analysis," *International Telecommunications Policy Review*, vol. 21, no. 3, pp. 79-107, Sep. 2014.
- [9] Bank of Korea, "2014 Input-Output Statistics," Bank of Korea, Seoul, 2016.
- [10] Gallup Korea, "2012~2023 survey on smartphone use & brand," Gallup Korea, Seoul, 2023.
- [11] Korea Internet & Security Agency, "2018 Survey on the Internet Usage," Korea Internet & Security Agency, Naju, 2018.
- [12] Bank of Korea, "Financial Statement Analysis for 2021," Bank of Korea, Seoul, 2022.
- [13] Bank of Korea, "Financial Statement Analysis for 2019," Bank of Korea, Seoul, 2020.

변 회 섭 [한림대학교/부교수]

<https://orcid.org/0000-0002-2746-8485>



2007년 2월: 한양대학교 ERICA 캠퍼스 경제학부 (경제학사)

2009년 2월: 한양대학교 응용경제학과 (경제학석사)

2012년 8월: 고려대학교 경영학과 (경영학박사)

2015년 2월~현재: 한림대학교 경영대학

금융재무학과 부교수

[주 관심분야] 전파 정책, 전파 이용효율, 경제성 평가