

비정지궤도 군집위성 우주국의 기술심사 프레임워크

Technical Review Framework for Space Stations in Nongeostationary Satellite Constellations

이 호 진 · 이 일 규*

Ho-Jin Lee · Il-Kyoo Lee*

요 약

최근 비정지궤도 군집위성시스템 확산에 따라 우주국 허가 제도 개선이 필요하다. 현행 제도에서는 각 위성이 개별 허가를 받아야 하며, 허가신청 구비서류의 항목만으로는 군집위성시스템 우주국 기술심사에 부족하다. 본 연구는 군집 위성시스템 간섭 분석을 위한 서식 고도화, 국제등록 적합 여부 심사 절차를 제안한다. 또한, 정지궤도 위성 보호를 위해 별도의 수신 파라미터를 국가 전파관리 데이터베이스에 포함하는 방안을 제안한다.

Abstract

Improvements in space station authorization systems are necessary owing to the proliferation of nongeostationary satellite constellation systems. Under current regulations, each satellite is required to obtain individual authorization; however, the parameters in the authorization application forms are insufficient for a technical review of satellite constellation systems. This study proposes the enhancement of application forms to support the interference analysis of satellite constellation systems, and a procedure for verifying conformity with international filing requirements. Additionally, this study proposes the inclusion of dedicated receiver parameters in the national spectrum management database for the protection of geostationary satellites.

Key words: Radio Regulatory Framework, Spectrum Management, Nongeostationary Satellite, Space Station

I. 서 론

스타링크, 원웹 등 대규모 비정지궤도 군집위성시스템이 상용화되면서 복잡한 궤도상의 전파 이용이 전파관리의 쟁점이 되었다. 국내에서도 도요셋(SNIPE), 초소형군집위성(NEONSAT), 초소형위성체계 등 군집위성 사업이

추진되고 있어, 군집위성시스템 운용 특성을 반영한 기술심사 기준이 필요하다.

ITU(international telecommunication union)는 비정지궤도 위성시스템으로부터의 정지궤도 위성을 보호하기 위해 전파규칙 제22조에 따라 EPFD(equivalent power flux-density) 제한치를 제시한다^[1]. 그러나, TT&C(telemetry,

「본 논문에 포함된 내용은 저자의 개인적 견해로, 소속기관의 공식 입장이 아님을 밝힘.」

「본 연구는 국립공주대학교 연구년 사업에 의하여 연구되었음.」

과학기술정보통신부 전파정책국(Radio Policy Bureau, Ministry of Science and ICT)

*국립공주대학교 전기전자제어공학부(Division of Electrical, Electronics and Control Engineering, Kongju National University)

· Manuscript received April 16, 2026 ; Revised May 11, 2026 ; Accepted June 22, 2026. (ID No. 20260416-001S)

· Corresponding Author: Il-Kyoo Lee (e-mail: leeik@kongju.ac.kr)

tracking, and command)와 같이 해당 규정이 적용되지 않는 위성시스템은 국제 등록 과정에서 생성되는 문서만으로는 무선국 간 간섭 검증이 어렵다. 이에 따라, 주관청(administration)은 별도의 간섭 분석을 수행해야 하는 어려움이 있다. 국제 규정 적용 여부와 관계없이, 국내 무선국 간 간섭 방지를 위해 위성시스템의 운용 특성을 반영한 군집 단위 관리 체계가 필요하다.

기존에는 ITU 전파규칙이 국내 제도에 반영됨을 전제로 한 무선국 전반의 허가·검사제도 분석^[2], 무선국 분류체계^[3] 및 위성주파수 확보 절차^[4] 개선 방안 도출, 포괄 허가 기반의 미국 무선국 허가제도 분석^[5]이 주로 연구되었다. ITU 전파규칙 제22조 등 비정지궤도 우주국 관련 국제규정과의 정합성을 고려하여 군집위성시스템의 우주국 허가 시 필요한 정보와 심사 항목을 체계화한 연구는 부족하였다.

이에 따라, 본 연구는 현행 국내 우주국 허가 체계를 분석하고, 우주국 허가 신청 서류 개선(안) 및 기술심사 프레임워크를 제안한다.

II. 현행 제도 분석 및 개선 필요성

2.1 우주국 개설허가 절차

국내에서 우주국을 개설하려는 경우, 「전파법」 제39조에 따라 위성망 국제등록 절차를 진행한 후 「전파법」 제21조 및 「전파법 시행령」 제31조에 따라 무선국 허가신청서, 공사설계서, 시설개요서 등을 지역전파관리소에 제출함으로써 우주국 개설 허가를 신청한다^[6-8].

허가 심의 절차는 구비서류가 이상 없이 제출되었는지 검토하는 접수심사, 주파수·업무 적정성을 검토하는 업무심사, 기술기준 적합 여부 등을 확인하는 기술심사로 구분할 수 있다. 허가를 통해 시험전파 발사기간을 부여받은 무선국은 「전파법」 제24조에 따라 최종적으로 준공검사를 마침으로써 공식적인 운용 권리를 얻는다. 우주국은 준공검사 시점에 PSR(pre-ship review), LEOP(launch and early orbit phase), IOT(in-orbit test) 등 위성 발사 직전·직후 단계에 있다. 이 경우 우주국 무선설비는 클린룸, 전용 컨테이너, 우주공간에 위치하게 되므로 지상 무선국과 같은

방식의 준공검사가 어렵다. 따라서, 우주국은 준공검사 시 현지검사를 성능성적서 또는 운용결과서 제출로 갈음한다^[9]. 우주국 개설 허가 절차를 요약하면 그림 1과 같다.

현행 허가신청 서식은 주파수 대역, 전파형식, 안테나 공급전력 등 정적 항목 중심으로 구성되어 있어, 비정지궤도 군집위성시스템의 기술심사를 정확하게 수행하기에는 한계가 있다. 현재는 허가 담당자가 기술심사의 정확도 향상을 위해 법령에서 정하는 서류 외에도 추가 데이터를 제공받아야 한다. 현행 서식의 주요 항목은 표 1과 같다.

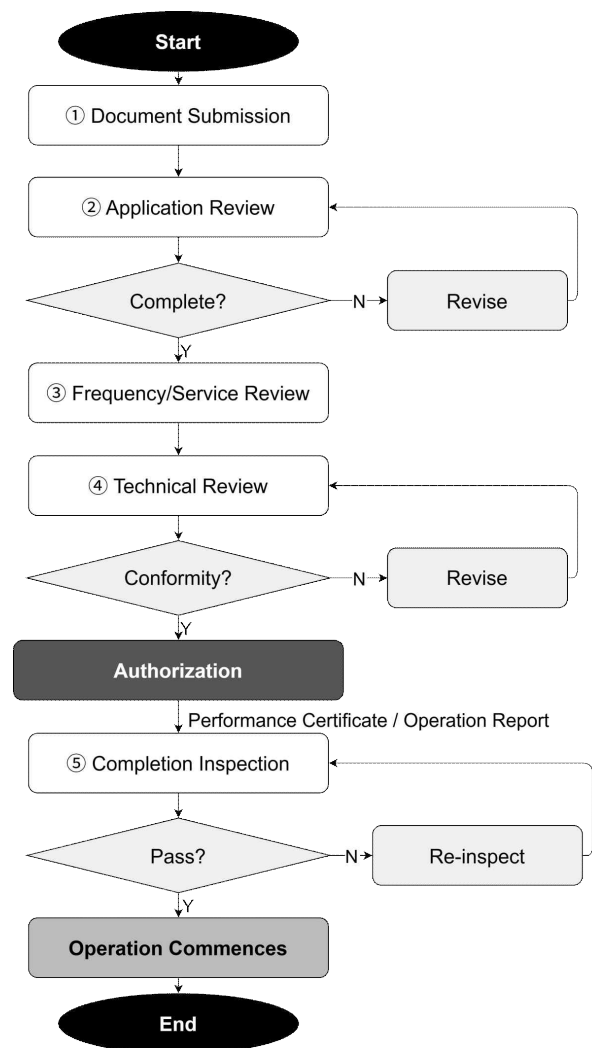


그림 1. 우주국 개설 허가 절차 흐름도

Fig. 1. Flowchart of space station authorization procedure.

표 1. 우주국 허가신청서 주요 항목

Table 1. Key parameters in space station authorization application.

Category	Relevant parameters
Applicant information	Corporate name, address, contact details
Radiowave emission	Test transmission period, frequency, emission designator, transmitter power, planned commencement date of operation
Radio equipment overview	Purpose, type of radio station, usage, operational range, communication details, correspondent station
Installation location	Transmitting site, receiving site, antenna location
Frequency	Emission designator, frequency, antenna input power
Space station orbit	Altitude, inclination (based on static values)
Antenna system	Antenna type, polarization, pointing angle, gain, frequency range
Transmitting facility	Emission designator, frequency, oscillation method, modulation method, maximum power
Receiving facility	Receiving method, frequency range, center frequency

2-2 제도 개선 필요성

비정지궤도 위성시스템은 ITU 전파규칙 제21조에 따라 지상망 보호를 위한 PFD(power flux-density)를 준수하면서도, 조정 대역의 경우 제22조에 따라 정지궤도 위성망 보호를 위한 EPFD 제한까지 모두 만족하여야 한다^[1]. PFD는 자유공간상 평면파가 전파될 때 특정 지점에서의 단위 면적당 전력(W/m²)으로서 식 (1)과 같다^{[10],[11]}.

$$PFD = P_t + G_t(\theta) - 10\log_{10}(4\pi d^2) \quad (1)$$

여기서 P_t 는 송신설비 전력(dBW), G_t 는 송신 안테나의 축이탈(off-axis) 각도(θ) 방향 이득(dBi), d 는 송신점과 수신점 간의 거리(m)다.

EPFD는 비정지궤도 위성시스템의 모든 송신국으로부터 발생하는 PFD를 합산한 값으로서, 식 (2)와 같다.

$$EPFD = 10\log_{10} \left[\sum_i^{N_a} 10^{\frac{P_i}{10}} \times \frac{G_t(\theta_i)}{4\pi d_i^2} \times \frac{G_r(\varphi_i)}{G_{r,max}} \right] \quad (2)$$

여기서 N_a 는 동일 주파수에서 특정 지점에 동시에 송신하는 위성 수, P_i 는 빔 i 기준 대역폭당 최대 송신 전력(dB(W/BW_{ref})), $G_t(\theta_i)$ 는 위성 i 의 축이탈 각도(θ) 방향 송신 안테나 이득, d_i 는 위성 i 와 수신점 간 거리, $G_r(\varphi_i)$ 는 피간섭 정지궤도 위성망의 축이탈 각도(φ) 방향 수신 안테나 이득, $G_{r,max}$ 는 피간섭 정지궤도 위성망의 수신 안테나 최대 이득이다.

실제 EPFD는 동일 주파수에서 특정 지점을 비추는 개별 빔의 동편파와 교차편파 PFD를 모두 합산하여 구한다. 개별 빔의 PFD는 식 (3)과 같다^[11]. 이러한 개별 빔 PFD에 수신 안테나 이득을 반영하여 EPFD를 산출하므로, ITU 전파규칙 제21조에 따라 산출하는 PFD의 단순 합으로는 EPFD를 계산할 수 없다.

$$PFD = 10\log_{10} \left(\sum_i^{N_{co}} 10^{PFD_{co,i}/10} + \sum_j^{N_{cross}} 10^{PFD_{cross,j}/10} \right) \quad (3)$$

여기서 N_{co} 는 동편파 빔 수, $PFD_{co,i}$ 는 i 번째 동편파 빔의 PFD, N_{cross} 는 교차편파 간섭 빔의 수, $PFD_{cross,j}$ 는 j 번째 교차편파 빔의 PFD다.

유효 간섭원 N 은 식 (4) 또는 식 (5) 중 하나 이상의 조건을 만족하는 위성이다. 이렇게 식별된 위성이 식 (3)의 N_{co} 와 N_{cross} 의 합산 대상에 포함된다^[11]. 식 (4)의 a 와 ϵ_{NGSO} 는 우주국의 위치에 따라 변하는 기하 변수이므로, 이를 산출하려면 우주국의 궤도 정보가 추가로 필요하다. 또한, 비정지궤도 전파 특성 산출에는 수식에 등장하지 않는 위성의 공간적 위치 및 궤도, 통신상대방 지구국의 최소 상향각(elevation angle) 등의 파라미터가 추가로 필요하다^[11].

$$a \geq a_0[lat] \text{ AND } \epsilon_{NGSO} \geq \epsilon_0[lat][Az_{NGSO}] \quad (4)$$

여기서 a 는 비정지궤도 위성시스템 지구국이 비정지궤도 위성을 바라보는 방향과 정지궤도 호(arc)의 가장 가까운 지점을 바라보는 방향 간의 각도, $a_0[lat]$ 는 해당 지구국 위도 기준 정지궤도 최소 이격각, ϵ_{NGSO} 는 해당 지구국이 비정지궤도 위성을 바라보는 상향각, $\epsilon_0[lat][Az_{NGSO}]$ 는 해당

지구국의 위도·방위각에 따른 최소 운용 상향각이다.

$$G_{RX}(\varphi) > \min[G_{\max} - 30 \text{ dB}, G_{RX}(\alpha_0[lat])] \quad (5)$$

여기서 $G_{RX}(\varphi)$ 는 피간섭 정지궤도 지구국 안테나의 축이탈 각도 방향 이득, $G_{\max}$ 는 동일 안테나의 최대 이득, $G_{RX}(\alpha_0[lat])$ 는 동일 안테나의 위도 기준 정지궤도 배제각 방향 안테나 이득이다.

ITU 전파규칙 부록 4 부속서 2는 위성 네트워크가 통과 시 제출해야 할 파라미터를 규정한다^[1]. 국내 제도상 우주국 허가신청 서식에는 위성망 식별정보, 승교점 경도, 중첩 주파수 동시 위성 수, PFD mask, 전파규칙 제22조에 따른 EPFD 제한 준수 여부 등 국제 규정에서 요구하는 항목이 반영되어 있지 않다. 국내법과 ITU에서 요구하는 주요 항목의 차이를 표 2와 같이 비교하였다.

모든 송신 무선국은 주관청이 발급하는 적법한 면허 없이는 운용할 수 없다(ITU 전파규칙 제18.1조)^[1]. 우주국

표 2. 국내 허가 파라미터와 ITU 요구 파라미터 비교
Table 2. Comparison of domestic authorization parameters and ITU required parameters.

Parameters	Domestic	ITU
Frequency range	Required	Required
Maximum gain and antenna pattern	Required	Required
Number of NGSO satellites and orbital planes	Required	Required
Inclination of orbit and orbital period	Required	Required
Network identity	Not required	Required
Apogee, perigee and minimum altitude	Not required	Required
Longitude of ascending node of orbit	Not required	Required
Maximum number of NGSO satellites transmitting with overlapping frequencies to a given location	Not required	Required
PFD mask used by the NGSO space station	Not required	Required
Commitment to additional operational EPFD limits	Not required	Required

이 ITU 국제등록 과정에서 타국과의 조정 및 주파수 이용 적정성이 일부 검토되었더라도, 주관청은 국내 허가 심사 시 기술기준과 간섭 영향을 새로이 검토하여 전파 자원의 안전성을 독자적으로 확보해야 한다. ITU 전파규칙 제22조의 EPFD 규제는 조정 대역을 대상으로 하므로, 그 외 주파수를 사용하는 비정지궤도 위성시스템은 국제 기준에 의한 간섭 검증 대상이 아니다.

ITU 국제등록 자료는 국내 서식보다 많은 기술적 파라미터를 포함하고 있으나, 국내 허가 심사의 근거 자료로 활용하기에는 다음과 같은 한계가 있다. 첫째, ITU 전파규칙 제22조의 EPFD 검증은 정지궤도 위성망을 보호하기 위한 일반적인 절차이며, 특정 조정 대역에만 적용된다. 비정지궤도 군집위성이 국내 무선국 전반에 미치는 영향을 망라하지도 않는다. 둘째, ITU 국제등록 자료는 국가 전파관리기관이 신속하게 조회할 수 있는 형태로 국내 데이터베이스와 연계되어 있지 않다. 따라서, ITU 전파규칙상 EPFD 적용 여부와 관계없이 부속서 2 항목에 준하는 파라미터를 주관청이 자체적으로 접수·수집하여 필요시 적절한 운용 조건을 부과하여야 한다.

Ⅲ. 우주국 허가 프레임워크 제안

3-1 신청 서류 고도화

앞서 분석한 바와 같이, 군집위성시스템의 간섭 영향은 개별 우주국이 아닌 시스템 전체의 운용 특성에 의해 결정된다. 개별 무선국 허가 체계에서는 누적 간섭량 계산에 필요한 궤도, 운용 조건, 전력 분포 파라미터를 허가 단계에서 확보할 수 없으므로, 군집 단위 파라미터가 포함된 서식을 함께 도입하여야 한다. 우주국 기술심사에 활용하기 위해 시설자가 허가신청 시 구비서류에 포함하여야 하는 항목을 표 3과 같이 제안한다.

위성시스템의 위성군(constellation)과 개별 우주국 궤도 기하 정보를 포함하여 우주국의 설치장소 및 위치를 충분히 관리할 수 있도록 한다. 운용 조건 파라미터로서 위성시스템 내 특정 수신점 기준 동일 또는 중첩 주파수를 동시에 송신하는 위성의 수를 관리할 수 있도록 한다. 현 제도상 제출하는 EIRP(effective isotropic radiated power)만

표 3. 비정지궤도 우주국 추가 제출 파라미터(제안)

Table 3. Proposed additional parameters for NGSO space station.

Category	Parameter
Constellation level orbital geometry	Number of NGSO satellites and orbital planes
Satellite level orbital geometry	Longitude of the ascending node, apogee, perigee, minimum altitude, eccentricity
Operational conditions	Maximum number of satellites simultaneously transmitting on a co-frequency
Radiated power distribution	PFD mask
Operational compliance	Compliance with EPFD limits under article 22
Satellite information (in-orbit)	Two-line element set (TLE)

으로는 임의의 기하 조건에서의 수신전력 산출에 한계가 있기 때문에, PFD mask 자료를 추가로 제출한다.

TLE(two-line element)는 위성의 궤도 정보를 2행짜리 코드로 구성된 데이터로, 미 우주군(United States Space Force)이 생성·공표한다^[12]. 설계 케플러 궤도(Kepler orbit)는 발사 후 대기 저항, 섭동(perturbation) 등으로 인해 실제 궤도와 차이가 있다. TLE는 실측 데이터이므로 발사 전에는 존재하지 않는다. 현 제도상 우주국의 현지검사는 발사 후 무선국 운용결과서로 대체할 수 있으므로, 무선국 운용결과서에 TLE 정보를 포함하도록 하면 국가 실측 궤도 데이터베이스를 갖출 수 있다.

앞서 분석한 바와 같이, 정지궤도 위성망 보호를 위한 EPFD 산출식 (2)의 $G_r(\varphi)$, $G_{r,max}$ 는 피간섭 정지궤도 우주국·지구국 시설자의 파라미터다. 정지궤도 위성망은 적도 상공 특정 고도의 한정된 공간 자원을 이용하므로, 주관청이 각별히 관리하여야 한다. 국가 위성망을 효율적으로 관리하고 정지궤도 위성망 보호에 필요한 정보를 확보하기 위해서는 정지궤도 우주국·지구국 허가 시 수신 파라미터를 추가로 수집하여야 한다. 그러나, 현 제도는 송신 중심의 전파 관리 체계이므로 정지궤도 위성망 보호를 위한 수신 파라미터 데이터베이스를 구축하기 어렵다. 따라서, 본 연구는 비정지궤도 우주국 기술심사에 필요한 기초정보를

표 4. 정지궤도 무선국 추가 제출 수신 파라미터(제안)

Table 4. Proposed additional parameters for GSO radio stations.

Category	Parameter
Receiving antenna	Off-axis antenna gain pattern, maximum antenna gain
System noise	System noise temperature, receiver G/T (gain-to-noise temperature ratio)
Location information	Orbital position, earth station coordinates

확보하기 위한 방안으로, 정지궤도 우주국·지구국 허가 시 추가로 제출받아야 할 수신 파라미터를 함께 제안한다. 수집 대상 정지궤도 무선국 수신 파라미터는 표 4와 같다.

3-2 우주국 허가 기술심사 프레임워크

제안하는 프레임워크는 시설자의 우주국 개설허가 신청부터 운용 개시까지의 절차를 대상으로 한다. 현행 허가 절차에 세 가지 제안사항을 추가하였다. 제안사항을 반영한 절차 흐름도는 그림 2와 같다. 여기서 신규로 추가한 부분을 “proposed”로 표시하였으며, 서류보완 절차는 그림 1에서 설명하였기 때문에 그림 2에서는 생략하였다.

① 구비서류 제출·접수 단계에서 시설자는 표 4의 비정지궤도 우주국 파라미터를 추가한 개선된 서식을 제출한다. ② 구비서류 접수 검토 단계에서 허가담당자는 이러한 추가 파라미터를 포함하여 우주국 허가 관련 구비서류가 누락 없이 제출되었는지 확인하고, 제출 파라미터의 유효성을 확인한다. 이와 같이 개선된 접수·검토 절차를 통해 허가담당자는 별도 요청 없이도 군집위성 간섭 분석에 필요한 표준화된 자료를 수집하여 기술심사를 준비할 수 있다.

③ 주파수·업무 적정성을 검토하는 허가 심의 단계에서는 위성망 식별정보를 통해 우주국이 국제등록 범위에 부합하는지를 포함하여 확인한다. ④ 기술심사 시 주파수 지정 가능 여부, 기술기준 및 주파수 분배표 부합 여부 외에도, PFD·EPFD를 포함한 타 무선국 보호 조건을 검토한다. 이때, 표 4를 기반으로 구축한 정지궤도 무선국 파라미터 데이터베이스를 활용한다. 이렇게 개선된 검증 절차

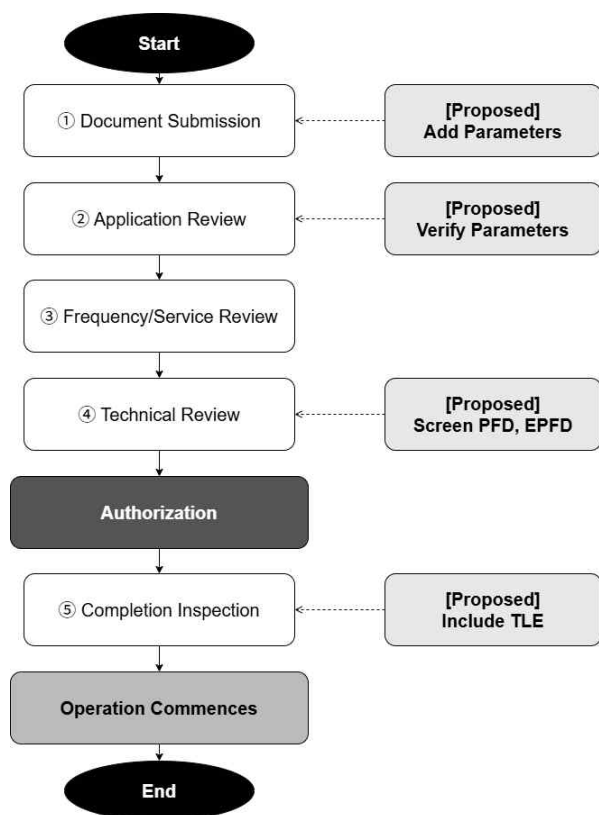


그림 2. 우주국 개설허가 절차 흐름도(제안)

Fig. 2. Proposed flowchart of space station authorization procedure.

를 통해 기존 기술기준·분배표 중심 심사를 넘어 무선국 보호 및 시스템 간 간섭 여부 검토라는 기술심사의 본래 목적을 달성할 수 있게 된다.

⑤ 준공검사 시 시설자는 개선된 무선국 운용결과서에 TLE 정보를 포함하여 제출한다. 이를 통해 기존에 수집되지 않았던 실측 궤도 데이터를 국가 데이터베이스에 누적하여 향후 신규 우주국 허가 시 간섭 검토에 활용할 수 있다.

IV. 결 론

본 연구는 군집위성시스템 도입에 대응하여 국가 전파 관리의 효율성을 높이하고자 제도개선(안) 및 기술심사 프레임워크를 제안하였다. 비정지궤도·정지궤도 무선국의 허가 구비서류 제출 서식을 개선하여 국제표준 연계성

및 전파 관리 체계를 강화할 수 있도록 하였다. 행정기관이 일관된 절차에 따라 무선국 허가·검사를 수행하여 행정 효율성을 제고할 수 있도록 표준 프레임워크를 제안하였다.

구체적으로, 군집위성시스템의 간섭 분석을 위한 궤도 정보, 위성 수, 국제 규정 준수 여부와 정지궤도 무선국 보호를 위한 수신 파라미터 관리 방안을 제안하였다. 또한, EPFD·TLE 기반 무선국 관리의 허가 과정 연계 방안을 제안하였다.

향후 우주국 포괄허가 제도가 도입된다면 본 연구에서 제안한 허가 프레임워크를 통해 행정절차의 간소화 효과를 극대화할 수 있을 것으로 기대된다. 제안한 내용이 제도화되면 허가·심사의 편의성 향상을 넘어서, 6G 등 차세대 통신 및 재난·전시 필수 통신의 전파이용 권리를 확실히 보장할 수 있을 것이다.

References

- [1] *Radio Regulations*, Recommendation ITU-R(WRC-23), Nov.-Dec. 2024.
- [2] I. W. Yeon, J. P. Choi, and W. C. Lee, "A study on appropriate licensing of convergence products through comparative analysis of domestic radio station and other industrial licensing," *The Journal of Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 28, no. 12, pp. 974-981, Dec. 2017.
- [3] Korea Radio Promotion Association, *A Study on Efficient Management Plan for Broadcasting-Communication Convergence*, Gwacheon, Korea Communications Commission, 2010.
- [4] Korea Aerospace University, *Efficient Management Plan of Satellite Spectrum Resource*, Sejong, Ministry of Science, ICT and Future Planning, 2014.
- [5] C. H. Yoon, G. H. Seok, "A study on radio wave management regulations in the United States to improve the domestic radio wave management system," *Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 3, pp. 379-388, Jun. 2020.
- [6] Ministry of Science and Information and Communication

- Technology (MSIT), Radio waves act, *Act No. 21065*, Oct. 2025.
- [7] Ministry of Science and Information and Communication Technology (MSIT), Enforcement decree of the radio waves act, *Presidential Decree No. 35801*, Oct. 2025.
- [8] Ministry of Science and Information and Communication Technology (MSIT), Enforcement rules of the radio waves act, *Decree of the Ministry of Science and Information and Communication Technology No. 156*, Oct. 2025.
- [9] Central Radio Management Service (CRMS), Standard on inspection procedures for radio stations and radio equipment, *Notice No. 2024-3*, Jul. 2024.

- [10] *Calculation of Free-Space Attenuation*, Recommendation ITU-R P.525, Nov. 2024.
- [11] *Functional Description to be Used in Developing Software Tools for Determining Conformity of Non-Geostationary-Satellite Orbit Fixed-Satellite System Networks with Limits Contained in Article 22 of the Radio Regulations*, Recommendation ITU-R S.1503, Sep. 2023.
- [12] United States Space Force, "Space force fact sheet," 2026. Available: <https://www.spaceforce.mil/About-Us/Fact-Sheets/act-Sheet-Display/Article/3740012/18th-space-defense-squadron/>

이 호 진 [과학기술정보통신부/주무관]

<https://orcid.org/0009-0009-4825-8493>



2018년 2월: 충남도립대학교 컴퓨터정보과 (공학전문학사)
2020년 8월: 국가평생교육진흥원 정보통신공학 전공 (공학사)
2026년 2월: 충남대학교 전자전파정보통신공학과 (공학석사)
2018년 7월~2020년 6월: 중앙전파관리소

주무관

2026년 3월~현재: 국립공주대학교 전기전자제어공학과 박사과정

2020년 6월~현재: 과학기술정보통신부 전파정책국 주무관
[주 관심분야] 전파정책, 스펙트럼 공학, 이동통신 시스템

이 일 규 [국립공주대학교/교수]

<https://orcid.org/0000-0002-7287-6250>



1992년 2월: 충남대학교 전자공학과 (공학사)
1994년 2월: 충남대학교 전자공학과 (공학석사)
2003년 2월: 충남대학교 전자공학과 (공학박사)
1997년~2004년: ETRI 선임연구원

2012년~2013년: 미국 조지아텍 교환교수

2004년 3월~현재: 국립공주대학교 전기전자제어공학부 교수
[주 관심분야] RF 시스템, 스펙트럼 공학, 이동통신 시스템