

UAS 통신 교란기: 시장 분석, 기술 평가 및 경쟁 환경

I. 요약

무인 항공 시스템(UAS) 또는 드론의 확산은 전 세계 군사, 정부 및 상업 부문에서 복잡하고 빠르게 진화하는 보안 과제를 제시합니다. 정교한 군사 플랫폼부터 저렴한 상용 기성품(COTS) 장치에 이르기까지 이러한 시스템은 감시, 스파이 활동, 밀수, 중요 인프라 방해 및 직접 공격을 포함한 불법적인 목적으로 점점 더 많이 사용되고 있습니다.¹ 결과적으로, 특히 UAS 통신 교란기에 초점을 맞춘 대(對) UAS(C-UAS) 시장은 현대 국방 및 보안 작전에 매우 중요해졌습니다. 이러한 교란 시스템은 작동을 가능하게 하는 필수 통신 링크(제어, 데이터, 비디오 및 내비게이션 신호)를 표적으로 삼아 비운동적으로 드론 위협을 무력화하는 것을 목표로 합니다.⁴

글로벌 C-UAS 시장은 견고한 성장을 경험하고 있으며, 2024년 가치는 21억 달러에서 27억 달러 사이로 추정되며 2029/2030년까지 70억 달러에서 110억 달러 사이로 증가할 것으로 예상됩니다.⁷ 일부 예측은 2034년까지 260억 달러 이상으로 확장됩니다.²¹ 이러한 확장은 24%에서 27% 사이로 지속적으로 추정되는 연평균 성장률(CAGR)에 의해 주도되며,⁷ 광범위한 UAV 시장을 훨씬 능가하며 드론 위협 대응에 대한 높은 우선순위를 반영합니다.

통신 교란을 뒷받침하는 핵심 기술에는 무선 주파수(RF) 재밍, 위성 항법 시스템(GNSS) 재밍 및 스푸핑, 그리고 점점 더 정교해지는 프로토콜 조작 또는 RF 사이버 탈취 기술이 포함됩니다.⁴ 인공지능(AI)과 기계 학습(ML)은 탐지 정확도를 높이고, 센서 융합을 가능하게 하며, 위협을 분류하고, 완화 대응을 자동화하는 데 필수적인 요소가 되고 있습니다.⁶

경쟁 환경에는 L3Harris Technologies, Thales, RTX, Lockheed Martin, Northrop Grumman과 같은 대형 방위 산업체가 광범위한 전자전(EW) 및 시스템 통합 경험을 활용하는 한편, Dedrone(Axon 제공), Sentrycs, DroneShield, BlueHalo, WhiteFox Defense, D-Fend Solutions, IAI/ELTA와 같은 전문 C-UAS 기업이 AI 또는 사이버 탈취와 같은 특정 틈새 시장에서 혁신을 주도하는 경우가 많습니다.⁵ 북미는 현재 상당한 국방 및 국토 안보 투자에 힘입어 시장을 지배하고 있으며, 아시아 태평양 지역은 가장 빠른 성장 잠재력을 보여줍니다.⁵

강력한 동인에도 불구하고 시장은 고급 시스템의 높은 비용, 드론 위협의 빠른 진화(예: 자율 드론, 암호화된 통신, 스웜), 특히 민간 영공에서 완화 기술 배포와 관련된 상당한 규제 장애물 등 과제에 직면해 있습니다.⁷ 프라이버시 및 감시와 관련된 윤리적 고려 사항도 채택에 영향을 미칩니다.³⁸ 전략적 전망은 동적 위협 환경에 적응할 수 있는 점점 더 통합되고, AI 기반이며, 소프트웨어 정의되고, 다층적인 C-UAS 솔루션을 가리킵니다.

II. UAS 통신 교란기 시장 환경

A. 시장 정의: 현대 국방 작전에서의 범위, 규모 및 중요성

무인 항공 시스템(UAS) 통신 교란기 시장은 광범위한 대(對) UAS(C-UAS) 또는 안티 드론 산업 내에서 중요하고 빠르게 진화하는 하위 부문을 나타냅니다.¹ 이러한 특수 시스템은 작동에 필수적인 전자기 링크를 표적으로 삼아 UAS 위협을 무력화하도록 설계되었습니다. 여기에는 명령 및 제어(C2), 원격 측정 데이터 전송, 실시간 비디오 피드 및 내비게이션에 의존하는 위성 항법 시스템(GNSS) 신호(예: GPS)에 사용되는 무선 주파수(RF) 신호를 교란하거나 조작하는 것이 포함됩니다.³

이 시장 부문의 중요성은 공중, 지상, 해상, 우주 및 사이버 등 여러 영역에 걸쳐 UAS가 제기하는 위협이 증가함에 따라 강조됩니다.¹ 드론은 더 이상 틈새 자산이 아니라 정보 수집, 감시, 정찰(ISR), 국경 침투, 밀수, 중요 인프라 운영(공항 또는 발전소 등) 방해, 직접 공격 시 폭발물 운반 등 광범위한 불법 활동에 점점 더 많이 사용되고 있습니다.¹ 저렴한 비용과 성능 좋은 드론의 접근성 증가는 국가 및 비국가 행위자 모두에게 달성 가능한 위협이 됩니다.¹ 결과적으로 드론 통신 교란은 주요 비운동적 방어 전략으로 부상하여, 많은 환경에서 비현실적이거나 위험할 수 있는 물리적 힘에 의존하지 않고 위협을 무력화하는 수단을 제공합니다.⁴ 이러한 능력은 물류, 도심 항공 모빌리티(UAM), 농업 및 비상 대응과 같은 상업 부문에서도 합법적인 드론 사용이 급격히 확대되어 저고도 영공을 더욱 혼잡하게 만들면서 필수 불가결해지고 있습니다.²

UAS 통신 교란기 시장의 범위는 특히 드론 작동에 필수적인 RF 및 GNSS 링크를 방해, 조작, 재밍, 스푸핑 또는 기타 방식으로 차단하도록 설계된 기술 및 시스템을 포함합니다.⁴ 이러한 초점은 순전히 운동적인 C-UAS 솔루션(예: 물리적 파괴 또는 포획을 위해 설계된 미사일, 총, 그물, 레이저)⁴ 및 탐지 및 추적 전용 시스템(통합이 중요하지만)과 이러한 시스템을 구별합니다.

그러나 이 시장을 정의하는 경계는 점점 더 모호해지고 있습니다. 효과적인 C-UAS 작전은 완전한 "킬 체인" 접근 방식, 즉 탐지, 추적, 식별 및 완화(DTIM)를 필요로 합니다.¹⁸ 활성 C2 링크 없이 작동하는 자율 드론이나 대체 통신 방법 또는 주파수를 사용하는 드론에 대해서는 통신 교란에만 의존하는 것이 불충분할 수 있습니다.¹⁷ 또한 최적의 완화 전략은 종종 특정 위협 및 작전 상황에 따라 달라집니다. 다양한 센서 입력(RF, 레이더, EO/IR, 음향)과 여러 효과기 유형(재밍, 스푸핑, 탈취, 운동, 지향성 에너지)을 통합하는 계층적 방어는 더 큰 유연성과 복원력을 제공합니다.¹⁸ 결과적으로 주요 공급업체는 독립형 교란기보다는 통합된 다중 모드 C-UAS 플랫폼을 점점 더 많이 제공하고 있습니다. Frost Radar™⁶와 같은 저명한 벤치마크를 포함한 시장 분석은 통신 교란이 더 넓고 통합된 시스템 아키텍처 내에서 핵심 능력 세트인 전체 C-UAS 포트폴리오를 기반으로 회사를 평가함으로써 이러한 현실을 반영합니다.⁵ 따라서 "UAS 통신 교란기 시장"은 별개의 시장 부문이 아니라 빠르게 통합되는 C-UAS 산업에 필수적이고

진화하는 능력 세트로 가장 정확하게 이해됩니다.

B. 지정학적 필수 요건: 분쟁(동유럽)과 긴장(인도-태평양)이 수요를 형성하는 방식

최근의 지정학적 사건, 특히 우크라이나 전쟁과 인도-태평양 지역의 긴장 고조는 UAS 통신 교란 기술에 대한 수요와 개발에 깊은 영향을 미쳤습니다. 이러한 분쟁은 실제 시험장 역할을 하여 효과적인 C-UAS 능력에 대한 작전상의 필요성을 강조하고 구체적인 요구 사항에 영향을 미칩니다.

우크라이나 전쟁은 현대 전장에서 광범위한 드론 배치의 영향을 극적으로 보여주었습니다.⁶ 양측은 우크라이나가 초기에 사용한 바이락타르 TB2와 같은 정교한 군용 모델부터⁹⁵ 정찰, 포병 관측 및 자폭 공격에 사용되는 수천 대의 저렴한 상용 쿼드콥터 및 신속하게 개조된 1인칭 시점(FPV) 드론에 이르기까지 방대한 수의 UAS를 활용했습니다.⁶ 보고서에 따르면 특정 시점에는 우크라이나가 주당 10,000대 이상의 드론을 사용할 가능성이 있으며,⁶ 드론이 전장 사상자의 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났습니다.¹² 이 분쟁은 통신 및 내비게이션 신호의 지속적인 재밍 및 스푸핑으로 특징지어지는 치열한 전자전(EW) 환경을 강조합니다.¹² 또한 드론 능력과 C-UAS 조치가 몇 년이 아닌 몇 주 또는 몇 달 안에 진화하는 기술적 혁신과 반혁신의 빠른 주기를 드러냈습니다.¹² 적절한 C-UAS 보호가 부족한 부대의 취약성이 극명하게 드러났으며, 통신 교란을 포함한 계층적이고 적응 가능한 C-UAS는 부대 보호의 필수 요소가 되었습니다.¹¹⁸

인도-태평양 지역에서는 특히 중국의 군사 확장 및 지역적 야심과 관련된 지정학적 긴장이 고조되면서 미국과 동맹국(예: 호주, 일본, 한국, 필리핀, 싱가포르, 인도)의 국방비 지출 및 현대화 노력이 크게 증가하고 있습니다.⁹⁴ C-UAS 능력은 중요한 군사 인프라(기지, 항구), 분쟁 해역에서 작전하는 해군 자산 보호 및 국경 보안 보장을 위한 핵심 초점 영역입니다.⁵ 해상 C-UAS 및 EW 복원력에 대한 미국-싱가포르 협력 협정¹²⁹ 및 AUKUS 및 쿼드와 같은 광범위한 프레임워크와 같은 협력 이니셔티브는 지역 안보 및 억지력 강화의 일환으로 드론 위협 대응을 암묵적으로 포함합니다.¹²⁷ 결과적으로 아시아 태평양 지역은 C-UAS 기술의 가장 빠르게 성장하는 시장이 될 것으로 예상됩니다.⁷

이러한 지정학적 동인은 견고하고 적응 가능하며 종종 이동 가능하거나 신속하게 배치 가능한 C-UAS 통신 교란 시스템의 작전상 필요성을 확인합니다.¹ 특히 우크라이나에서 관찰된 위협의 구체적인 성격, 즉 저렴하고 쉽게 개조된 COTS 또는 DIY 드론에 의한 대량 공격, 종종 스웜으로 운영되고 심하게 경쟁하는 EW 환경 내에서의 공격은 특정 특성으로 개발을 추진하고 있습니다.¹² 이러한 저렴한 위협의 엄청난 양은 전통적인 고비용 요격기를 C-UAS에 경제적으로 지속 불가능하게 만듭니다.⁹⁷ 이러한 경제적 현실은 드론 스웜 대응의 필요성⁴ 및 빠르게 변화하는 주파수 및 프로토콜에 대한 적응¹²과 결합되어 교전당 비용 효율성¹¹⁰, 빠른 소프트웨어 업데이트 및 적응성(종종 소프트웨어 정의 무선 아키텍처를 통해)¹², 그리고 위협 환경의 규모와 복잡성을 관리하면서 운영자 부담을 줄이기 위한 AI 기반 자동화⁶를 우선시하는 C-UAS 솔루션을 선호합니다. 따라서 현재의

지정학적 분쟁은 단순히 통신 교란기에 대한 전반적인 수요를 증가시키는 것이 아니라 차세대 C-UAS 시스템의 기술적 우선순위와 원하는 속성을 적극적으로 형성하고 있습니다.

C. 시장 성장 촉매제: 주요 동인 및 저해 요인 분석

UAS 통신 교란기 시장의 급속한 확장은 강력한 동인의 합류에 의해 추진되지만, 성장 궤도를 완화하는 상당한 저해 요인에 의해 균형을 이룹니다.

주요 성장 동인:

1. **군사 및 악의적 드론 사용 확산:** 전 세계 군대가 ISR, 전투 및 물류를 위해 UAS를 점점 더 많이 조달하고 배치하는 것²과 테러, 스파이 활동, 밀수 및 민간 활동 방해에 드론이 사용되는 사례가 증가하는 것¹은 효과적인 대응책에 대한 직접적이고 시급한 수요를 창출합니다.
2. **국방 및 안보 지출 증가:** 지정학적 긴장 고조와 우크라이나와 같은 분쟁에서 드론의 위협이 입증됨에 따라 전 세계 정부는 국방 예산을 늘리고 C-UAS 연구, 개발 및 조달에 특정 자금을 할당하고 있습니다.⁵
3. **기술 발전:** 센서 기술(레이더, RF, EO/IR), 전자전 기술, 탐지 및 분류를 위한 AI/ML 알고리즘, 통신 교란 방법(재밍, 스푸핑, 사이버 탈취)의 지속적인 개선은 C-UAS 솔루션의 효과와 매력을 향상시킵니다.¹
4. **드론 접근성 증가:** 정교한 COTS 드론의 비용 감소와 가용성 증가는 잠재적인 위협 환경을 확장하여 더 많은 조직이 보호 조치를 고려하도록 강요합니다.¹
5. **상업용 드론 사용 확대:** 패키지 배송, 인프라 검사 및 정밀 농업과 같은 응용 분야에 대한 합법적인 드론 운영이 증가함에 따라 간섭을 방지하고 안전을 보장하기 위한 강력한 영공 관리 및 보안 솔루션의 필요성이 가장 중요해집니다.²

주요 저해 요인/제약:

1. **높은 시스템 비용:** 고급 통합 C-UAS 시스템, 특히 정교한 센서와 여러 완화 기술을 통합하는 시스템은 비용이 많이 들 수 있으며, 특히 소규모 조직이나 상업 단체의 채택을 제한합니다.⁵
2. **규제 및 법적 제한:** 많은 관할권, 특히 미국과 유럽의 엄격한 법률은 안전, 합법적인 통신과의 간섭 및 잠재적 오용에 대한 우려로 인해 비연방 또는 비군사 단체에 의한 UAS 완화 기술(특히 재밍, 스푸핑 및 운동 효과기)의 사용을 금지하거나 심각하게 제한합니다.⁴ 이는 공항 및 공공 행사와 같은 민간 환경에서의 배포에 주요 장벽입니다.
3. **기술적 과제:** 다양한 센서 및 효과기 기술 통합은 여전히 복잡합니다.¹⁹ 위협 자체는 암호화되거나 주파수 도약 신호, 대체 내비게이션 방법 또는 기존 탐지 및 완화 기술에 도전하는 새로운 설계(DIY 드론)를 사용하는 드론으로 끊임없이 진화하고 있습니다.¹ 낮은 오경보율을 달성하고 우호적인 드론과 적대적인 드론을 안정적으로 구별하는 것은 여전히 어렵습니다.¹

4. 스펙트럼 제약 및 간섭: 무선 스펙트럼의 제한된 가용성과 혼잡 증가는 RF 기반 탐지 및 재밍 시스템에 어려움을 초래할 수 있습니다.¹⁶ 또한 C-UAS 시스템, 특히 재머 및 스푸퍼가 합법적인 통신 시스템(우호적인 드론, 민간 통신 및 중요한 내비게이션 보조 장치 포함)에 의도하지 않은 간섭을 일으킬 가능성은 중요한 우려 사항입니다.⁴
5. 윤리적 우려: C-UAS 배포, 특히 감시 기능이 있거나 민간 지역에서 사용되는 시스템은 프라이버시, 데이터 보안 및 잠재적 오용에 관한 윤리적 문제를 제기합니다.³⁸

이러한 동인과 저해 요인 간의 역동적인 상호 작용은 상당한 시장 긴장을 야기합니다. 드론이 제기하는 부인할 수 없는 위협은 특히 명확한 임무와 더 큰 예산을 가진 군사 및 정부 최종 사용자로부터 강력한 수요를 촉진하지만⁵, 높은 비용과 엄격한 규제 환경은 특히 상업 부문 내에서 광범위한 채택에 제동을 겁니다.⁵ 이는 시장의 잠재적 양분화를 시사합니다. 고급, 다층, 완전 통합 시스템은 군사 및 중요 국가 인프라 보호 요구를 충족합니다. 동시에 공항, 경기장, 민간 시설과 같은 광범위한 상업 및 민간 응용 분야에 적합한 저비용, 아마도 탐지 중심 또는 제한된 완화 시스템에 대한 수요가 존재합니다.⁵ 규제 프레임워크가 더 넓은 완화 권한을 부여하도록 진화하거나 기술적 돌파구가 훨씬 더 비용 효율적이고 정밀한 솔루션을 산출한다면 후자 부문의 성장이 극적으로 가속화되어 상당한 잠재 수요를 창출할 수 있습니다.

III. UAS 통신 교란을 가능하게 하는 핵심 기술

UAS 통신을 효과적으로 교란하는 능력은 드론 작동에 중요한 전자기 신호를 탐지, 분석 및 간섭하도록 설계된 정교한 기술의 상호 작용에 달려 있습니다. AI와 기계 학습은 이러한 능력을 조율하는 데 점점 더 중심적인 역할을 하고 있습니다.

A. 탐지, 추적, 식별 및 완화에서 AI 및 기계 학습의 역할

인공 지능(AI)과 기계 학습(ML)은 현대 C-UAS 플랫폼의 필수 구성 요소로 빠르게 자리 잡고 있으며, 복잡한 데이터 스트림을 처리하고 적응형 대응을 가능하게 하는 지능형 핵심 역할을 합니다. 주요 역할은 전체 C-UAS 킬 체인의 정확성과 효율성을 향상시키는 것입니다. 탐지 단계에서 AI/ML 알고리즘은 레이더, RF 탐지기, 전자 광학/적외선(EO/IR) 카메라, 음향 센서 등 다양한 센서에서 수집된 방대한 양의 데이터를 처리하여 배경 소음 및 새와 같은 다른 물체와 드론 신호를 구별하여 오경보율을 크게 줄입니다.¹⁸ 종종 AI로 구동되는 정교한 센서 융합 기술은 이러한 이질적인 데이터 스트림을 통합된 일관된 작전 상황도로 통합하여 우수한 상황 인식을 제공합니다.¹⁸

단순한 탐지를 넘어 AI/ML은 분류 및 식별에서 중요한 역할을 합니다. 고유한 신호 특성(RF 지문), 시각적 특징(모양, 크기) 또는 비행 패턴(궤적 분석)을 분석하여 AI 알고리즘은 탐지된 드론의 특정 모델을 식별할 수 있습니다.¹⁸ 이 식별은 드론의 잠재적 능력(범위, 속도, 탑재 용량)에 대한 중요한 정보를 제공하고 운영자가 위협 수준을 더 정확하게 평가할 수 있도록 합니다.¹⁸ 일부 시스템은 AI를 사용하여 행동을 분석하고

잠재적으로 의도를 추론하는 것을 목표로 합니다.¹ 이러한 AI 기반 식별 시스템의 효과는 포괄적이고 지속적으로 업데이트되는 드론 서명 라이브러리에 크게 의존하며, 지속적인 리버스 엔지니어링 및 데이터 수집 노력이 필요합니다.¹⁸

완화 단계에서 AI/ML은 더 지능적이고 자동화된 대응을 가능하게 합니다. 시스템은 위협을 자율적으로 우선 순위를 정하고, 식별된 드론 유형 및 작전 상황에 따라 가장 적절한 대응책을 선택하고, 효과기를 더 정밀하게 지시할 수 있습니다.¹⁴ 통신 교란의 경우 AI는 부수적 간섭을 최소화하면서 특정 프로토콜에 대해 최대 효과를 위해 재밍 신호를 최적화하거나⁵¹ 복잡한 RF 사이버 탈취 기동을 자동화할 수도 있습니다.⁹¹ AI 기반 드론 완화는 시장 분석에서 강조하는 핵심 기능입니다.⁶

AI 통합은 기본적인 신호 차단을 넘어 지능적이고 적응 가능하며 자율적인 위협 무력화로 나아가는 C-UAS 기술의 근본적인 변화를 나타냅니다. 현대 드론 위협, 특히 조정된 스웜 공격의 엄청난 양과 복잡성은 종종 인간 운영자가 실시간으로 효과적으로 대응할 수 있는 능력을 초과합니다.¹⁸ 드론은 정교한 분석이 필요한 다양하고 빠르게 진화하는 통신 프로토콜과 고유한 서명을 사용합니다.²⁰ AI/ML 기술, 특히 딥 러닝은 이러한 복잡하고 동적인 데이터 환경 내에서 패턴 인식, 분류 및 의사 결정에 탁월합니다.³¹ 결과적으로 C-UAS 플랫폼의 성능과 적응성은 기본 AI/ML 알고리즘의 정교함과 훈련 데이터 및 서명 라이브러리의 품질, 폭 및 적시성에 점점 더 연관됩니다.¹⁸ 이러한 의존성은 AI/ML 개발을 연구 개발의 주요 초점이자 주요 C-UAS 공급업체 간의 핵심 경쟁 차별화 요소로 확립합니다.

B. 신호 차단 및 분석 기술

모든 통신 교란 능력의 핵심에는 대상 UAS가 사용하는 전자기 신호를 먼저 차단하고 분석하는 능력이 있습니다. 여기에는 드론과 지상 통제소(GCS) 간의 통신을 용이하게 하는 RF 링크(업링크 명령 및 다운링크 원격 측정/비디오 포함)와 드론이 내비게이션에 사용하는 GNSS 신호를 모두 캡처하는 것이 포함됩니다.¹⁶ 종종 방향 탐지(DF) 안테나와 결합된 특수 RF 센서, 스캐너 및 수신기가 이 목적을 위해 사용됩니다.¹⁸ 더 발전된 시스템은 더 깊은 분석을 위해 신호 정보(SIGINT) 및 통신 정보(COMINT) 기능을 통합합니다.²⁶

일단 차단되면 이러한 신호는 실행 가능한 정보를 추출하기 위해 엄격한 분석을 거칩니다. 기술은 신호 유형(예: 제어, 비디오, 원격 측정, 내비게이션)을 식별하고, 사용 중인 통신 프로토콜(예: 주파수 도약 확산 스펙트럼(FHSS), Wi-Fi, 독점 프로토콜)을 식별하고, RF 지문 인식(고유한 송신기 특성 식별) 및 방향 탐지(신호 원점 결정)와 같은 방법을 통해 드론 및/또는 운영자의 위치를 잠재적으로 결정하는 것을 목표로 합니다.¹⁸ 이 분석은 위협을 분류하고, 적절한 대응을 결정하고, 완화 노력을 효과적으로 목표로 삼는데 필요한 정보를 제공합니다. AI 및 ML 기술은 이 복잡한 신호 분석 프로세스의 속도와 정확성을 자동화하고 향상시키기 위해 점점 더 많이 사용되고 있습니다.³¹

C. GPS/GNSS 재밍 및 스푸핑: 메커니즘 및 효과

드론의 내비게이션 시스템, 주로 GPS, GLONASS, Galileo 또는 BeiDou와 같은 GNSS 신호에 대한 의존성을 교란하는 것은 일반적인 C-UAS 전술입니다. 재밍과 스푸핑이라는 두 가지 주요 기술이 사용됩니다.

GNSS 재밍은 드론이 수신하는 상대적으로 약한 위성 신호를 압도하기 위해 GNSS 주파수에서 고출력 RF 노이즈를 방송하는 것을 포함합니다.¹⁷ 이는 드론 수신기가 합법적인 신호에 고정되는 것을 방지하여 위치를 정확하게 계산하는 능력을 거부합니다. 내비게이션 데이터가 박탈된 드론은 제자리에 머물거나, 즉시 착륙을 시도하거나, 발사 지점으로 돌아가는 것('Return-to-Home')과 같은 사전 프로그래밍된 안전 장치를 트리거하여 즉각적인 임무를 효과적으로 무력화할 수 있습니다.¹⁷ GNSS 의존 드론에 효과적이지만 재밍은 무차별적입니다. 우호적인 부대, 민간 항공기, 비상 서비스 및 중요 인프라에서 사용하는 것을 포함하여 주변의 모든 GNSS 수신기를 교란하여 상당한 안전 및 운영 위험을 초래할 수 있습니다.¹⁷

GNSS 스푸핑은 실제 신호를 모방하도록 설계된 위조 위성 신호를 전송하는 더 정교한 공격입니다.⁴ 목표는 드론 수신기를 속여 잘못된 위치, 속도 또는 시간(PVT 솔루션)을 계산하도록 하는 것입니다. 정적 스푸핑은 단순히 잘못된 고정 위치를 보고할 수 있으며¹⁷, 동적 스푸핑은 드론을 원하는 경로를 따라 능동적으로 조종하기 위해 가짜 신호를 실시간으로 조작하여 잠재적으로 지정된 안전 구역으로 유도하거나 보호 구역에서 멀리 떨어뜨릴 수 있습니다.¹⁷ 일부 시스템은 이 기능을 위치, 내비게이션 및 타이밍(PNT) 공격이라고 합니다.⁸¹ 재밍보다 더 많은 제어를 제공할 가능성이 있지만 스푸핑은 범위 내의 모든 GNSS 의존 시스템을 오도하여 광범위한 혼란이나 사고를 유발할 수 있으므로 부수적 교란의 위험이 훨씬 더 높습니다.⁴³ 이러한 위험 때문에 GNSS 스푸핑은 주로 군사 또는 고도로 통제된 환경에서 사용됩니다.⁴³

약하고 암호화되지 않은 민간 GNSS 신호의 고유한 취약성은 재밍과 스푸핑을 강력한 도구로 만듭니다.¹⁷ 그러나 그 효과는 절대적이지 않으며 점점 더 많은 제한에 직면하고 있습니다. 관성 항법 시스템(INS) 또는 시각적 주행 거리 측정과 같은 대체 또는 보조 내비게이션 시스템을 갖춘 드론의 사용 증가는 특히 우크라이나 분쟁에서 광범위하게 입증된 바와 같이 신호가 거부될 가능성이 있는 환경에서 GNSS에 대한 의존도를 줄입니다.¹² 또한 중요한 민간 및 우호적인 군사 시스템에 대한 부수적 손상 및 간섭의 상당한 가능성은 특히 도시 또는 민간 영공과 같은 많은 시나리오에서 광범위한 GNSS 재밍 또는 스푸핑을 용납할 수 없게 만듭니다.¹⁷ 이러한 제한은 프로토콜 조작과 같은 보다 표적화되고 덜 파괴적인 C-UAS 통신 대응책의 필요성을 강조합니다.

D. 프로토콜 기반 무력화: 사이버 탈취 및 조작 전략

UAS 통신 교란의 중요한 발전은 단순히 신호를 차단(재밍)하거나 내비게이션 수신기를 속이는(스푸핑) 것을 넘어서는 기술을 포함합니다. 종종 RF 사이버 탈취 또는 프로토콜

조작이라고 하는 프로토콜 기반 무력화는 통신 프로토콜을 악용하여 불량 드론을 제어하려는 비재밍, 비운동적 접근 방식을 나타냅니다.⁴

핵심 메커니즘은 드론과 운영자의 원격 컨트롤러 간의 RF 통신 링크를 정밀하게 표적으로 삼는 것을 포함합니다. 합법적인 제어 프로토콜을 모방하거나 간섭하는 신중하게 제작된 신호를 전송함으로써 C-UAS 시스템은 통신 채널을 효과적으로 하이재킹하고 드론의 명령을 장악할 수 있습니다.⁴ 제어가 설정되면 C-UAS 운영자는 일반적으로 드론을 안전하고 미리 정해진 경로를 따라 지정된 착륙 구역으로 유도하거나, 발사 지점으로 돌려보내거나, 가상 경계(지오펜싱)를 강제할 수 있습니다.²⁵

이 접근 방식은 기존 재밍에 비해 몇 가지 뚜렷한 이점을 제공합니다. 정밀성 덕분에 우호적인 통신, 승인된 드론 또는 기타 주변 전자 시스템에 영향을 미칠 수 있는 광범위한 스펙트럼 간섭을 일으키지 않고 특정 적대적 드론을 표적으로 삼아 무력화할 수 있습니다.⁴ 이는 공항, 도시 지역 또는 혼잡한 군사 환경과 같은 복잡하거나 민감한 환경에 특히 적합합니다.⁴ 드론을 안전하게 착륙시킴으로써 운동적 요격으로 인한 낙하 파편이나 재밍으로 인한 통제되지 않은 착륙과 관련된 위험을 피할 수 있습니다.⁴ 또한 승인된('화이트리스트') 드론과 승인되지 않은 드론을 구별하는 능력은 합법적인 운영이 중단 없이 계속될 수 있도록 합니다.⁴ 드론을 온전하게 포획하는 것은 법적 제약에 따라 법의학 분석 및 정보 수집 기회를 제공합니다.⁴ 일부 지지자들은 이러한 기술이 개별 드론을 신속하게 처리함으로써 드론 스웜에 효과적일 수 있다고 제안합니다.⁴

이점에도 불구하고 프로토콜 기반 무력화는 과제에 직면해 있습니다. 성공 여부는 대상 드론이 사용하는 특정 통신 프로토콜에 대한 깊은 이해에 달려 있으며, 이는 제조업체와 모델 간에 크게 다를 수 있으며 암호화 또는 정교한 주파수 도약 기술을 포함할 수 있습니다.¹⁷ 컨트롤러를 성공적으로 사칭하려면 드론의 주파수 도약을 예측하고 더 강력한 신호 링크를 유지해야 할 수 있습니다.¹⁸ 이를 위해서는 드론 프로토콜의 지속적인 리버스 엔지니어링과 C-UAS 시스템의 기능 및 위협 라이브러리에 대한 정기적인 업데이트가 필요합니다.⁴³ Sentrycs²⁵, D-Fend Solutions⁹¹, 그리고 잠재적으로 WhiteFox Defense¹⁸⁰ 및 ApolloShield("De-Sync" 기술 포함)⁷¹를 포함한 여러 전문 회사가 이러한 고급 RF 사이버 탈취 기술 개발 및 배포에 집중하고 있습니다.

프로토콜 조작의 출현과 채택은 C-UAS 통신 교란의 주목할 만한 진화를 의미하며, 보다 외과적이고 소프트웨어 기반의 전자전 능력으로 나아가고 있습니다. 재밍은 여전히 실행 가능하고 종종 필요한 도구이지만, 무차별적인 특성과 부수적 교란 가능성은 특히 비전투 환경에서 적용 가능성을 제한합니다.⁴ 프로토콜 조작은 이전에 달성할 수 없었던 수준의 정밀성과 제어를 제공하여 민감한 응용 분야에 매우 바람직합니다.⁴ 그러나 이러한 정교함은 복잡성을 대가로 합니다. 이러한 시스템의 효과는 지속적인 정보 수집, 새로운 드론 기술 및 통신 체계에 대한 신속한 적응, 강력한 R&D 노력과 불가분의 관계에 있습니다.¹⁷ 이는 보안 통신을 추구하는 드론 제조업체와 이러한 프로토콜을 악용하거나 극복하려는 C-UAS 개발자 간의 지속적인 기술 경쟁을 야기하며, 자동화된 프로토콜 분석

및 적응형 대응 생성을 위한 AI/ML 통합을 더욱 촉진할 가능성이 높습니다.

E. 비교 기술 평가: 재밍 대 스푸핑 대 사이버 탈취

적절한 UAS 통신 교란 기술을 선택하려면 주요 방법인 RF/GNSS 재밍, GNSS 스푸핑 및 프로토콜 조작/RF 사이버 탈취의 뚜렷한 메커니즘, 이점 및 제한 사항을 이해해야 합니다.

RF/GNSS 재밍은 드론의 수신기(통신 링크 또는 내비게이션 신호용)를 고출력 노이즈로 압도하여 연결을 효과적으로 차단하는 방식으로 작동합니다.⁴ 일반적인 결과는 드론이 안전 모드로 전환되는 것입니다. 즉, 호버링, 즉시 착륙(잠재적으로 통제되지 않음) 또는 발사 지점으로 돌아가는 것입니다.⁴ 재밍은 상대적으로 무딘 도구로, 정밀도가 낮고 드론의 최종 상태에 대한 직접적인 제어가 없습니다.⁴ 주요 단점은 범위 내에서 재밍된 주파수에서 작동하는 모든 장치(우호 자산 및 민간 시스템 포함)에 영향을 미치는 부수적 교란 가능성이 높다는 것입니다.⁴ 무력화된 드론에서 정보를 수집할 가능성은 없습니다. 주요 이점은 많은 RF 제어 드론에 대한 광범위한 적용 가능성이지만, 자율 드론이나 매우 저항력 있는 통신 링크를 사용하는 드론에 대해서는 효과가 제한될 수 있습니다.

GNSS 스푸핑은 가짜 위성 신호를 전송하여 드론의 내비게이션 시스템만 표적으로 삼아 드론이 위치나 시간을 잘못 계산하도록 합니다.⁴ 정교함(정적 대 동적)에 따라 결과는 내비게이션 혼란에서 드론을 원하는 위치로 능동적으로 조종하는 것까지 다양할 수 있습니다.¹⁷ 재밍보다 더 많은 잠재적 제어를 제공하지만 스푸핑은 여전히 안전한 결과를 보장하는 데 정밀도가 부족하고 해당 지역의 다른 GNSS 사용자에게 부수적 교란의 위험이 매우 높습니다.⁴³ 이러한 위험 때문에 일반적으로 민간 환경에는 적합하지 않은 것으로 간주됩니다.⁴³ 재밍과 마찬가지로 드론의 반응을 관찰하는 것 외에는 정보 수집 가능성이 제한적입니다. 효과는 내비게이션을 위해 GNSS에 크게 의존하는 드론으로 제한됩니다.

프로토콜 조작 / **RF** 사이버 탈취는 드론과 컨트롤러 간의 특정 통신 프로토콜을 표적으로 삼아 명령을 획득하는 가장 정밀한 기술입니다.⁴ 의도된 결과는 완전한 제어로, 운영자가 드론을 지정된 지역에 안전하게 착륙시키거나 집으로 돌려보낼 수 있도록 합니다.⁴ 이 방법은 일반적으로 다른 통신 시스템을 방해하지 않으므로 높은 정밀도와 최소한의 부수적 효과를 제공합니다.⁴ 드론의 행동에 대한 최고 수준의 제어를 제공하고 포획된 장치에서 잠재적인 정보 수집을 허용합니다.⁴ 그러나 주요 제한 사항은 대상 드론의 프로토콜에 대한 특정 지식에 의존하여 알 수 없거나 암호화되거나 빠르게 변화하는 통신 체계에 대해 잠재적으로 효과가 없다는 것입니다.¹⁷

다음 표는 비교 요약を提供합니다.

표 1: UAS 통신 교란 기술 비교

기능	RF/GNSS 재밍	GNSS 스푸핑	프로토콜 조작/사이버 탈취
메커니즘	노이즈로 신호 압도	가짜 GNSS 신호 전송	통신 프로토콜 악용/모방
일반적인 결과	제어 상실 (호버링, 착륙, RTH, 추락)	내비게이션 오류, 잠재적 조종	제어된 비행, 안전한 착륙/RTH
정밀도	낮음 (지역 효과)	낮음 ~ 중간 (범위 내 모든 GNSS에 영향)	높음 (특정 드론/프로토콜 대상)
부수적 효과	높음 (주파수 상 모든 신호 교란)	매우 높음 (모든 GNSS 수신기 오도)	낮음/최소 (일반적으로 간섭 회피)
제어 수준	없음 (교란만)	제한적 (잠재적 조종)	높음 (완전한 명령 가능)
정보 잠재력	없음	낮음 (반응 관찰)	잠재적으로 높음 (드론 온전하게 포획)
주요 제한 사항	부수적 손상, 자율 드론에 비효과적	높은 부수적 위험, 비 GNSS 내비게이션에 비효과적	프로토콜 지식 필요, 새로운 위협에 복잡함
주요 사용 사례	군사 구역, 덜 민감한 지역	주로 군사/통제된 환경	민감한 환경 (도시, 공항), 고가치 표적
지원 스니펫	4	4	4

이 비교는 재밍의 광범위한 적용 가능성과 사이버 탈취 기술이 제공하는 정밀성 및 안전성 사이의 명확한 절충점을 강조하며, 스푸핑은 고위험 중간 지점을 차지합니다. 기술 선택은 작전 환경, 교전 규칙, 허용 가능한 부수적 위험 및 예상되는 드론 위협의 성격에 크게 좌우됩니다.

IV. 경쟁 환경 및 주요 플레이어 분석

A. 시장 매핑: 주요 공급업체 식별

광범위한 C-UAS 산업의 일부인 UAS 통신 교란기 시장은 역동적이고 경쟁이 치열한 환경을 특징으로 합니다.⁷ 여기에는 기존의 대규모 국방 주 계약업체, 드론 위협에 구체적으로 대응하기 위해 등장한 전문 C-UAS 기술 회사, 탐지 및 완화 기술의 경계를

넓히는 혁신적인 스타트업 등 다양한 참여자가 혼합되어 있습니다.⁶ Frost Radar™: UAS Communication Disruptors 2025와 같은 산업 분석은 종종 전체 C-UAS 제품의 맥락에서 드론 통신 교란에 구체적으로 초점을 맞춘 주요 플레이어를 식별하고 평가하는 데 유용한 벤치마크를 제공합니다.⁶

초기 사용자 질의 및 후속 연구를 바탕으로 여러 회사가 이 분야의 주요 플레이어로 두드러집니다. 명시적으로 언급된 분석이 필요한 회사는 다음과 같습니다.

- Dedrone (현재 Axon 제공 Dedrone)
- Sentrycs
- L3Harris Technologies
- DroneShield
- BlueHalo
- WhiteFox Defense Technologies

Frost Radar™와 같은 시장 보고서 및 전문 분석을 통해 검색을 확장하면 C-UAS 포트폴리오의 일부로 통신 교란 기능을 제공하는 중요한 경쟁업체의 더 넓은 생태계가 드러납니다. 여기에는 다음이 포함되지만 이에 국한되지는 않습니다.

- 주요 국방 주 계약업체: Thales Group, Lockheed Martin Corporation, RTX Corporation (이전 Raytheon), Northrop Grumman Corporation, BAE Systems, Leonardo S.p.A., Saab AB, Israel Aerospace Industries (IAI) / ELTA Systems, Elbit Systems Ltd., Rafael Advanced Defense Systems Ltd.⁵
- 전문 **C-UAS/EW** 회사: Rohde & Schwarz, SRC, Inc., D-Fend Solutions, ASELSAN, Netline Communications Technologies, SKYLOCK (Avnon Group의 일부), ApolloShield, DZYNE Technologies, IEC Infrared Systems, Blighter Surveillance Systems, Moog Inc.⁶

이 목록은 완전하지는 않지만 전 세계적으로 UAS 통신 교란 기술 개발 및 배포에서 경쟁하는 가장 저명한 공급업체 중 다수를 나타냅니다.

B. 심층 회사 프로필 (선택)

이 섹션에서는 사용 가능한 정보를 기반으로 UAS 통신 교란기 부문에서 활동하는 주요 회사의 제품 포트폴리오, 기술 전문성, 시장 포지셔닝, 최근 활동 및 전략적 방향에 초점을 맞춘 상세한 프로필을 제공합니다.

1. Dedrone (Axon 제공)

- 개요: 2024년 5월 Axon에 인수된 Dedrone¹⁴⁶은 전 세계 군사, 정부 및 상업 고객을 위한 "스마트 영공 보안" 솔루션의 선도적인 제공업체이며, AI/ML 기반의 계층적 센서 불가지론 플랫폼에 중점을 둡니다.¹²¹
- 통신 교란 포트폴리오: Dedrone의 주요 통신 교란 도구는 경량 정밀 RF 재머인

DedroneDefender입니다.¹⁸ 명령 및 제어(C2) 시스템에서 식별된 악성 드론의 특정 프로토콜을 기반으로 구성된 협대역 재밍을 사용하여 부수적 간섭을 최소화하는 것을 목표로 합니다.¹⁸ 재밍이 명시적으로 언급된 주요 교란 방법이지만, **Dedrone**의 개방형 아키텍처 플랫폼인 **DedroneTracker.AI**는 잠재적으로 다른 형태의 교란을 포함하여 다양한 완화 솔루션과의 통합을 허용합니다.¹⁸

- **기술 전문성:** **Dedrone**의 핵심 강점은 AI/ML 기반 C2 소프트웨어인 **DedroneTracker.AI**에 있습니다.¹⁸ 이 플랫폼은 여러 센서 유형(RF, 레이더, EO/IR, 음향)의 데이터를 융합하여 200가지 이상의 드론 유형을 탐지, 추적 및 식별하고, 위협을 평가하고, 가장 적절한 완화 대응을 지시합니다.¹⁸ 자율 운영, 다중 센서 융합 및 AI/ML을 통한 지속적인 학습에 중점을 둡니다.⁶
- **시장 포지셔닝 및 전략:** **Dedrone**은 AI 기반 영공 보안 분야의 리더로 자리매김하고 있습니다. Axon의 인수는 Axon의 기존 생태계를 활용하여 공공 안전 및 법 집행 시장과의 더 깊은 통합을 향한 전략적 추진을 시사합니다.¹²¹ **Dedrone**은 고정 사이트, 휴대용 사용(**DedronePortable**¹⁴⁶), 전술적 배치(**DedroneTactical**¹⁴⁶) 및 이동 중 보호(**DedroneOnTheMove**¹²¹)를 위한 솔루션을 제공합니다. 전략은 시스템 통합 및 시장 접근을 위한 파트너십을 포함합니다.
- **최근 계약 및 파트너십:** **Dedrone**은 2023년에 전 세계적으로 16개의 주요 국방 계약을 체결하고 미국 국방 혁신 부서(DIU)와의 작업을 심화하는 등 상당한 추진력을 보고했습니다.¹⁴⁶ DHS SAFETY Act 지정을 보유하고 있습니다.¹⁴⁶ 주요 파트너십에는 Bushmaster 차량에 DedroneOTM을 통합하기 위한 Thales Australia¹²¹, G4S, Johnson Controls, Axis Communications 및 공공 부문 유통을 위한 Carahsoft가 포함됩니다.¹⁴⁶ **Dedrone** 시스템은 17개의 미국 연방 기관과 30개의 비미국 정부 기관을 포함하여 33개국에 걸쳐 926개 이상의 사이트에 배포되어 있습니다.¹²¹

2. Sentrycs

- **개요:** Sentrycs는 RF 사이버 기술을 기반으로 한 C-UAS 솔루션을 전문으로 하는 이스라엘 회사입니다.⁶ 국방, 공공 안전 및 중요 인프라 보호 시장을 목표로 합니다.
- **통신 교란 포트폴리오:** Sentrycs의 핵심 기술은 프로토콜 조작(사이버 RF 또는 RF 사이버 탈취라고도 함)입니다.⁶ 이 비재밍, 비운동적 방법은 통신 프로토콜에 개입하여 드론을 제어하는 것을 목표로 하며, 지정된 구역에 안전하게 착륙시키거나, 집으로 돌려보내거나, 지오펜싱 강제와 같은 완화 옵션을 허용합니다.²⁵ 회사는 GPS 스푸핑이나 재밍이 있는 경우에도 효과적으로 작동할 수 있는 능력을 강조합니다.²⁵ 제품군에는 고정(**Sentrycs Fixed Kit**), 휴대용(**Sentrycs Portable Kit**), 차량 장착(**Sentrycs Vehicle-mounted Kit**) 구성과 **Sentrycs Horizon** 플랫폼이 포함됩니다.²⁵
- **기술 전문성:** 회사의 주요 전문 분야는 정밀하고 자율적이며 비파괴적인 완화에 초점을 맞춘 프로토콜 조작/RF 사이버 탈취입니다.²⁵ 작동 중 제3자에게 탐지되지 않는 시스템의 은밀한 특성을 강조합니다.¹³⁹
- **시장 포지셔닝 및 전략:** Sentrycs는 고유한 프로토콜 조작 기술을 기반으로 한

고급스럽고 손쉬우며 비용 효율적인 C-UAS 제공업체로 자리매김하고 있습니다. 전략은 부수적 손상이나 간섭이 용납되지 않는 민감한 환경에서의 우수성을 입증하는 데 초점을 맞춘 것으로 보입니다. 최근 라틴 아메리카 고객이 요구한 대로 잠재적 확대를 위해 추가 재밍 계층을 통합할 수 있는 능력은 유연성을 보여줍니다.¹³⁹

- **최근 계약 및 파트너십:** Sentrycs는 2025년 초 라틴 아메리카에서 국가 국방 프로젝트를 위해 상당한 수백만 달러 규모의 계약(해당 지역에서 가장 큰 C-UAS 설치로 설명됨)을 확보했습니다.¹³⁹ 이 프로젝트는 군사 기지, 특수 작전 부대, VIP 호송대, 국경 보호 및 마약 밀매 방지를 위해 고정, 휴대용 및 차량 장착 시스템을 배포하는 것을 포함합니다. 선정은 시험 성능, 은밀한 능력, 현지 파트너 지원 및 수년간 Sentrycs 플랫폼을 사용해 온 기존 국내 고객의 강력한 추천을 기반으로 한 것으로 알려졌습니다.¹³⁹

3. L3Harris Technologies

- **개요:** L3Harris는 전자전, 통신, 센서 및 시스템 통합 분야에서 광범위한 역량을 갖춘 미국 기반의 주요 글로벌 항공 우주 및 국방 기술 주 계약업체입니다.⁴⁷
- **통신 교란 포트폴리오:** L3Harris는 다양한 센서와 효과기를 통합하기 위해 개방형 아키텍처를 활용하는 **Drone Guardian**과 같은 통합 C-sUAS 솔루션을 제공합니다.⁴⁶ 통신 교란을 위해 Drone Guardian은 L3Harris 자체 EW 시스템, 특히 **BROADSHIELD®**(고출력 소형 시스템 - HCS 변형 포함) 및 **CORVUS® ICN**을 통합하여 일반 통신 거부 및 특정 대드론 목적 모두를 위해 넓은 주파수 범위(20MHz ~ 6GHz)에 걸쳐 재밍 기능을 제공합니다.⁴⁶ 또한 **Disruptor SRx™**는 전자 공격(통신 재밍 포함), 전자 지원 조치 및 전자 보호를 수행할 수 있는 소형 다기능 EW 시스템으로, UAV를 포함한 다양한 플랫폼에 배포하기에 적합합니다.⁴⁷
- **기술 전문성:** L3Harris는 군용 등급 전자전, 명령 및 제어 소프트웨어, 레이더 및 센서 융합 분야의 깊은 전문 지식을 활용합니다.⁴⁶ 통신 교란 능력은 현장에서 입증된 EW 기술에 뿌리를 두고 있으며, 고급 파형 생성 및 고출력 증폭을 사용합니다.⁶² 까다로운 군사 환경을 위한 확장 가능하고 적응 가능하며 견고한 솔루션에 중점을 둡니다.
- **시장 포지셔닝 및 전략:** 대형 국방 주 계약업체인 L3Harris는 전 세계 주요 군사 및 정부 계약을 목표로 합니다. C-UAS 전략은 고정 사이트 보호(Drone Guardian) 및 전술적 EW 응용 프로그램(BROADSHIELD, CORVUS, Disruptor SRx)을 위한 포괄적인 통합 솔루션을 제공하는 데 초점을 맞춘 것으로 보입니다.⁴⁶ Drone Guardian의 개방형 아키텍처 접근 방식은 유연성과 타사 구성 요소 통합을 허용합니다.⁴⁶ Frost & Sullivan은 L3Harris가 글로벌 국방 네트워크를 위해 대규모로 신호 재밍 및 스펙트럼 제어 도구를 배포한 점을 인정했습니다.⁶
- **최근 계약 및 파트너십:** C-UAS 맥락에서 Drone Guardian 또는 BROADSHIELD에 대한 구체적인 최근 계약 수주는 제공된 자료에 자세히 설명되어 있지 않습니다. 그러나 L3Harris는 EW, 통신 및 센서 시스템과 관련된 대규모 국방 계약을 정기적으로 확보하며, 그 안에 C-UAS 기능이 포함될 가능성이 높습니다. Drone Guardian C2 및 분석 엔진은 고객에게 배치된 것으로 알려져 있습니다.¹²³ 일반적인

회사 뉴스는 로봇 공학, 어뢰 기술 및 반도체 지원 분야의 활동을 강조합니다.⁴⁶

4. DroneShield

- **개요:** DroneShield는 RF 감지, AI/ML, 센서 융합, EW 및 자체 MIL-SPEC 제조에 중점을 둔 호주/미국 상장 C-UAS 기술 전문 회사입니다.⁶ 전 세계 군사, 정부, 법 집행, 중요 인프라 및 VIP 보안 시장에 서비스를 제공합니다.¹⁴⁷
- **통신 교란 포트폴리오:** DroneShield는 RF 교란(재밍) 기능을 갖춘 여러 제품을 제공합니다. **DroneGun** 시리즈(**DroneGun Mk4**, **DroneGun Tactical**)는 휴대용 재밍 솔루션을 제공합니다.⁵⁴ **DroneCannon Mk2**는 스웜에 효과적인 고정 사이트 재머로, ISM 대역 및 GNSS 주파수를 커버합니다.⁷⁰ **DroneSentry-X Mk2**는 RF 탐지 및 선택적 교란을 통합한 차량 장착 또는 배치 가능한 시스템입니다.⁷⁰ 이러한 시스템은 일반적으로 드론을 착륙시키거나 집으로 돌려보내도록 강제하며 비디오 링크를 교란할 수 있습니다.⁷⁰ 교란은 **DroneSentry-C2** 명령 및 제어 플랫폼을 통해 관리됩니다.⁷⁰
- **기술 전문성:** 주요 전문 분야에는 RF 감지, 탐지 및 분류를 위한 AI/ML(DroneOptID, SensorFusionAI), 정밀 격퇴를 위한 소프트웨어 정의 EW 및 신속한 프로토타이핑이 포함됩니다.¹³¹ 다양한 센서와 효과기를 통합하는 계층적 접근 방식을 강조합니다.¹⁹⁵
- **시장 포지셔닝 및 전략:** DroneShield는 고급 C-UAS 솔루션의 선도적인 주권 제공업체로 자리매김하고 있습니다. 전략은 AI/ML 및 EW 전문 지식을 활용하여 분산, 이동 중 및 고정 사이트 응용 프로그램을 위한 포괄적인 제품 범위를 제공하는 것을 포함합니다. 특히 SaaS 수익에서 상당한 성장이 보고되었습니다.¹³¹ 회사는 증가하는 수요를 충족하기 위해 제조 역량을 확장하고 있습니다.¹³¹
- **최근 계약 및 파트너십:** DroneShield는 최근 미 국방부 1,000만 달러 계약(2025년 중반 갱신 예상), 라틴 아메리카 970만 호주 달러 계약, NATO 프레임워크 계약 820만 호주 달러 수주, 아시아 태평양 1,180만 호주 달러 계약 등 수많은 계약을 확보했습니다.¹²⁴ 2024년에 기록적인 수익(5,750만 호주 달러)을 보고했으며, 2025년에는 5,200만 호주 달러의 약정과 12억 호주 달러 이상의 판매 파이프라인으로 강력한 출발을 보였습니다.¹²⁴ 고출력 마이크로파 효과기를 통합하기 위해 Epirus와 파트너 관계를 맺었으며¹⁹⁶ AUKUS 프레임워크에 등록되어 있습니다.¹⁴⁷ 또한 고객을 위한 온라인 3D 계획 도구를 출시했습니다.¹³¹

5. BlueHalo

- **개요:** BlueHalo는 주로 국방 부문을 대상으로 우주, C-UAS 및 자율 시스템, 전자전 및 사이버, AI/ML 분야의 역량을 제공하는 데 중점을 둔 미국 회사입니다.⁶
- **통신 교란 포트폴리오:** 통신 교란 기능을 갖춘 BlueHalo의 주요 RF 기반 C-UAS 제품은 **Titan C-UAS™** 시스템입니다.⁴⁸ Titan은 그룹 1 및 2 드론의 자율 RF 탐지, 추적, 식별 및 완화(격퇴)를 제공합니다.⁴⁸ 완화에는 여러 대역(400MHz - 6GHz, Wi-Fi 및 433/868/915MHz, 1.2GHz와 같은 특정 대역 포함)에 걸친 RF 대응책(재밍/거부) 및 GNSS 거부(L1/E1, L2, L5/E5, L6)가 포함됩니다.⁴⁸ 우호적인

통신에 대한 교란을 최소화하도록 설계되었습니다.¹⁰⁵ **Titan-SV** 시스템은 RF 탐지 및 추적에 중점을 둡니다.⁴⁸

- **기술 전문성:** BlueHalo는 탐지 및 자동화된 대응책을 위한 AI/ML 기반 신호 분석을 강조합니다.⁴⁸ 시스템의 자율성, 신속한 배치(<10분) 및 다양한 환경(이동식, 분산형, 고정형)에 대한 적응성을 강조합니다.⁴⁸ 포트폴리오에는 지향성 에너지(**LOCUST** 레이저 무기) 및 운동(**FE-1** 미사일) C-UAS 솔루션도 포함되어 있어 계층적 방어 접근 방식을 나타냅니다.¹¹⁷ 또한 UAS EW 페이로드에도 특화되어 있습니다.¹⁴⁸
- **시장 포지셔닝 및 전략:** BlueHalo는 AI/ML 및 다중 도메인 역량을 활용하는 고급 통합 국방 솔루션 제공업체로 자리매김하고 있습니다. Titan 시스템은 최소한의 운영자 교육이 필요한 전력 증강 요인으로 제시됩니다.⁴⁸ 전략에는 **VigilantHalo**와 같은 C2 플랫폼을 통해 통합된 계층적 솔루션(RF, DE, 운동) 제공이 포함됩니다.¹²⁰
- **최근 계약 및 파트너십:** Titan은 미 국방부의 기록 프로그램(POR) 역량으로 선정되었으며, 이후 사전 배치, 이동식, 고정 사이트 및 분산 작전을 위한 여러 시스템에 대해 2,400만 달러 규모의 계약을 수주했습니다.¹⁴⁹ BlueHalo는 또한 NIWC Pacific으로부터 미 해군 및 USSOCOM에 UAS EW 센서 시스템 및 지원을 제공하기 위해 5년간 4,990만 달러 규모의 계약을 수주했습니다.¹⁴⁸ 미 CENTCOM의 Desert Guardian 1.0 훈련에 참여하여 VigilantHalo 및 통합 센서를 시연했습니다.¹²⁰

6. WhiteFox Defense Technologies

- **개요:** WhiteFox Defense는 군사, 정부, 법 집행 및 상업 부문을 위한 드론 탐지, 추적, 식별 및 완화 기술을 전문으로 하는 미국 회사입니다.⁶ 임무는 안전한 드론 통합을 가능하게 하고 영공을 보호하는 데 중점을 둡니다.⁴⁹
- **통신 교란 포트폴리오:** WhiteFox는 주로 **DRONEFOX®**(고정/이동식) 및 **SCORPION® 3**(휴대용/휴대용) 시스템을 통해 완화 기능을 제공합니다.⁴⁹ 완화 기술은 "안전하고 외과적이며 원클릭 완화" ⁴⁹로 설명되며, DroneFox의 맥락에서는 잠재적으로 "마스터 신호"를 사용하여 "임시 제어"를 취하고 드론에게 착륙, 발사 지점으로 돌아가거나 경로를 변경하도록 명령하는 것을 포함할 수 있습니다.¹⁸⁰ 이는 다른 신호를 방해하지 않으면서 ⁴⁹ 단순한 광대역 재밍보다는 프로토콜 조작이나 표적 재밍과 같은 정교한 형태의 교란을 시사합니다. **STRATUS**는 탐지 전용 클라우드 서비스입니다.⁴⁹
- **기술 전문성:** WhiteFox는 전체 C-UAS 체인을 위한 RF 기반 기술을 전문으로 합니다.⁴⁹ 주요 기능에는 정밀 탐지, 실시간 추적, 드론 제조사/모델 및 운영자 위치 식별, 비파괴적 완화가 포함됩니다.⁴⁹
- **시장 포지셔닝 및 전략:** WhiteFox는 규정을 준수하고 비파괴적인 영공 보안 솔루션을 제공하는 선두 주자로 자리매김하고 있습니다. 전략은 다양한 배포 요구(고정, 이동식, 휴대용)에 맞는 맞춤형 솔루션을 제공하고 안전하고 효과적인 완화를 강조하는 것을 포함합니다. INTERPOL, NASA, RTCA, AUVSI, EUROCAE와 같은 다양한 항공 및 보안 조직과 파트너십을 구축했습니다.⁴⁹
- **최근 계약 및 파트너십:** WhiteFox는 2023년 8월에 Scorpion 3 휴대용 시스템에 대해

미 공군(AFRL/AFWERX 경유)으로부터 125만 달러 규모의 계약을 확보했습니다.¹⁷⁴ 미 정부의 Black Dart C-UAS 훈련에 참여했으며¹⁸⁰ 미 국토안보부(DHS)와 계약을 맺었습니다.²⁰⁰ 기술은 NASCAR 행사 및 포물러 1 경주와 같은 행사 보안에 사용되었습니다.²⁰⁰ 연방 계약 데이터에 따르면 140만 달러 이상의 수주가 있었습니다.¹⁷⁴

7. Israel Aerospace Industries (IAI) / ELTA Systems

- 개요: IAI는 ELTA Systems 부서를 통해 레이더, SIGINT/COMINT, EW 및 통합 시스템 분야에서 상당한 전문 지식을 갖춘 주요 이스라엘 국방 대기업입니다.¹⁰
- 통신 교란 포트폴리오: IAI/ELTA의 주요 C-UAS 제품은 **Drone Guard** 시스템 제품군입니다.¹⁰ 통신 교란은 드론 제어, 원격 측정, 비디오 및 내비게이션(GNSS) 신호를 차단하도록 설계된 통합 재밍 기능(**COMJAM**)을 통해 달성됩니다.²⁶ 시스템은 주변 민간 인프라에 영향을 미치지 않고 통신을 교란하는 것을 목표로 합니다.⁵⁸ **DroneGuard ComJam** 변형은 특히 장거리 탐지 및 교란을 강조합니다.⁶⁴
- 기술 전문성: Drone Guard는 3D 레이더(종종 X-밴드 또는 AESA), 전송 프로토콜을 기반으로 한 분류 및 검증을 위한 전용 COMINT/SIGINT, 시각적 식별을 위한 EO/IR 카메라를 통합하는 다층 센서 접근 방식을 사용합니다.²⁶ 시스템은 통합 C2를 특징으로 하며 표적 분류 및 운영자 작업 부하 감소를 위해 AI 기반 의사 결정 도구를 활용합니다.²⁶ Drone Guard Gen 5는 모듈성과 고급 센서 융합을 강조합니다.²⁶
- 시장 포지셔닝 및 전략: IAI/ELTA는 Drone Guard를 다양한 위협 및 환경(고정, 이동식, 차량 장착)에 적응할 수 있는 전투에서 입증된 포괄적이고 모듈식인 C-UAS 솔루션으로 자리매김하고 있습니다.²⁶ 전략은 IAI의 광범위한 국방 기술 포트폴리오와 글로벌 고객 기반을 활용합니다.
- 최근 계약 및 파트너십: IAI는 전 세계적으로 수백 개의 DroneGuard 시스템을 판매했습니다.⁵⁹ 주목할 만한 계약에는 "수십 대"의 이동식 DroneGuard ComJam 시스템에 대한 미공개 아시아 국가와의 상당한 계약⁶⁴, 2018년 아르헨티나 G20 정상 회담 및 청소년 올림픽 보안을 위한 배치⁶⁴, 2017년 미 국방부와 3,900만 달러 규모의 보고된 계약이 포함됩니다.¹⁸³

8. Rohde & Schwarz

- 개요: Rohde & Schwarz는 RF 및 신호 처리에 중점을 둔 테스트 및 측정, 방송 및 미디어, 항공 우주, 국방, 보안, 네트워크 및 사이버 보안을 전문으로 하는 독일 기술 그룹입니다.³³
- 통신 교란 포트폴리오: 회사의 C-UAS 포트폴리오는 **ARDRONIS** 제품군으로 브랜드화되어 있습니다.⁵¹ 통신 교란은 400MHz ~ 6GHz의 주파수를 높은 출력 전력(최대 250W)으로 커버하는 강력한 재머인 **ARDRONIS Effect** 시스템에 의해 제공됩니다.⁵¹ 여러 재밍 모드(프로그래밍 가능한 광대역, 스마트 광대역, 스마트 팔로워), 여러 대역을 동시에 재밍하는 능력(스웸 위협 및 주파수 다양성 해결), FPV 드론과 같은 진화하는 위협에 대응하기 위한 조정 가능/사용자 정의 파형 지원을

특징으로 합니다.⁵¹ 독립형으로 작동하거나 ARDRONIS 탐지 시스템(**ARDRONIS Detect, Locate Compact, Locate Advanced**)과 통합될 수 있습니다.⁵¹

- **기술 전문성:** Rohde & Schwarz는 RF 신호 탐지, 분석, 방향 탐지 및 고출력 증폭 분야의 핵심 역량을 활용합니다.⁵¹ ARDRONIS Effect는 유연성, 적응성(소프트웨어 정의 아키텍처) 및 암호화되거나 주파수 도약 신호에 대한 효과를 강조합니다.⁵¹
- **시장 포지셔닝 및 전략:** Rohde & Schwarz는 ARDRONIS를 국방, 보안 및 중요 인프라 보호를 위한 모듈식 고성능 C-UAS 솔루션으로 자리매김하고 있습니다.⁵¹ 전략은 "신호 숙달"을 제공하고 수직 통합 역량을 활용하는 데 중점을 둡니다. ARDRONIS Effect에 대한 향상된 다중 대역 재밍의 최근 출시는 현재 분쟁에서 관찰된 위협 해결에 대한 초점을 강조합니다.¹³²
- **최근 계약 및 파트너십:** ARDRONIS Effect는 현장에서 입증되었으며 유럽의 미공개 고객에게 서비스 중인 것으로 설명됩니다.¹³² 구체적인 계약 세부 정보는 제공되지 않았지만 시스템은 부대 보호, 기지 방어, 중요 인프라 보안 및 호송/선박 보호를 위해 판매됩니다.⁶³

(참고: *Thales, Northrop Grumman, Raytheon, Elbit, Saab, D-Fend Solutions* 등과 같은 다른 주요 플레이어에 대한 프로파일은 C-UAS 통신 교란 제품, 기술, 시장 초점 및 최근 활동에 관한 제공된 스니펫의 정보를 종합하여 유사한 구조를 따릅니다.)

경쟁 분야는 다양한 접근 방식을 보여줍니다. 대형 국방 주 계약업체는 종종 통신 교란을 포함한 C-UAS를 더 넓은 명령 및 제어 또는 전자전 생태계에 통합하여 규모와 기존 고객 관계를 활용합니다.⁵ 반대로 전문 C-UAS 회사는 고급 AI/ML 알고리즘(Dedrone), 프로토콜 조작/사이버 탈취(Sentrycs, D-Fend Solutions), 휴대용 시스템(DroneShield, WhiteFox) 또는 고유한 센서 양식과 같은 특정 기술 틈새 시장을 개척하는 경우가 많습니다.⁶ 시장은 기술 통합(예: DroneShield/Epirus¹⁹⁶, Dedrone/Thales¹²¹, D-Fend/Liteye¹⁵⁰) 및 시장 접근을 위한 협력을 필요로 하며, 인수(예: Dedrone by Axon¹²¹, DZYNE의 High Point Aerotechnologies 인수¹⁹¹)를 통한 통합도 필요합니다. 이러한 역학은 규모와 전문 혁신 모두 실행 가능한 성공 경로이며, 파트너십과 M&A가 포괄적인 역량 구축에 중요한 역할을 한다는 것을 시사합니다.

C. 주요 UAS 통신 교란기 공급업체 비교 매트릭스

경쟁 환경에 대한 간결한 개요를 제공하기 위해 다음 매트릭스는 UAS 통신 교란 분야에서 활동하는 선택된 주요 공급업체의 주요 속성을 요약합니다.

표 2: 비교 매트릭스: 주요 UAS 통신 교란기 공급업체

회사	주요 통신 교란	기타 C-UAS	목표 시장	주목할 만한 최근	주요
----	----------	----------	-------	-----------	----

	제품/기술	기능		계약/파트너십	강점/전문성
Dedrone (Axon 제공)	DedroneDefender (협대역 RF 재밍) ¹⁸	탐지 (RF, 레이더, EO/IR, 음향), 추적, ID, C2 (AI/ML)	군사, 정부, 법 집행, 상업	16개 국방 계약 (2023), US DIU, DHS SAFETY Act, Axon 인수, Thales AU 파트너십 ¹²¹	AI/ML 기반 C2, 센서 융합, 개방형 아키텍처, 공공 안전 통합 (Axon 통해)
Sentrycs	프로토콜 조작 / RF 사이버 탈취 (고정, 휴대용, 차량 키트) ²⁵	탐지, 추적, ID (RF 기반), 선택적 재밍 계층	국방, 공공 안전, CI	수백만 달러 규모 라틴 아메리카 국가 국방 계약 (2025) ¹³⁹	프로토콜 조작 전문성, 정밀 완화, 은밀한 작동, 자율성
L3Harris Technologies	BROADSHIELD®, CORVUS® ICN (광대역 재밍), Disruptor SRx™ (다중 EW) ⁴⁶	탐지 (레이더, RF, EO/IR), 추적, ID, C2 (Drone Guardian)	군사, 정부	Frost Radar™ 규모 인정 ⁶ , Drone Guardian 배치 ¹²³ (특정 대규모 계약은 종종 통합됨)	군용 등급 EW, 확장성, 시스템 통합, 광범위한 포트폴리오, 글로벌 국방 범위
DroneShield	DroneGun (휴대용 재밍), DroneCannon (고정 재밍), DroneSentry-X (이동식 재밍/탐지) ⁷⁰	탐지 (RF, 레이더, EO/IR, 음향), 추적, ID, C2 (AI/ML)	군사, 정부, 법 집행, CI, VIP	미 국방부 (1,000만 달러), NATO (820만 달러), APAC (1,180만 달러), LatAm (970만 달러), Epirus 파트너십 ¹²⁴	RF 감지, AI/ML, EW, MIL-SPEC 제조, 휴대용 솔루션, SaaS 모델 성장
BlueHalo	Titan C-UAS™ (AI/ML RF 재밍/거부, GNSS 거부)	탐지 (RF), 추적, ID, C2 (VigilantHalo), DE (LOCUST),	군사, 정부	미 국방부 2,400만 달러 Titan PoR 계약 ¹⁴⁹ , NIWC Pacific	AI/ML RF 분석, 계층적 방어 (RF/DE/운동), EW 페이로드,

	48	운동 (FE-1)		4,990만 달러 EW 센서 계약 ¹⁴⁸ , CENTCOM 시연 ¹²⁰	자율 시스템
WhiteFox Defense	DRONEFOX®, SCORPION® 3 ("마스터 신호"/제어/표 적 교란을 통한 완화) ⁴⁹	탐지 (RF), 추적, ID (운영자 위치 포함)	군사, 정부, 법 집행, CI	미 공군 125만 달러 Scorpion 3 계약 ¹⁹⁹ , DHS 계약 ²⁰⁰ , Black Dart 시연 ¹⁸⁰	RF 전문성, 비파괴적 완화 초점, 휴대성 (Scorpion 3), 항공 파트너십
IAI / ELTA Systems	Drone Guard / DroneGuard ComJam (RF/GNSS 재밍) ⁵⁸	탐지 (레이더, COMINT, EO/IR), 추적, ID, C2 (AI 지원)	군사, 정부	아시아 국가 계약 (이동식 ComJam) ⁶⁴ , 아르헨티나 G20/올림픽 ⁶⁶ , 미 국방부 3,900만 달러 (2017) ¹⁸³	통합 시스템, 레이더/COMI NT 전문성, 전투 입증, 모듈식 설계
Rohde & Schwarz	ARDRONIS Effect (광대역, 다중 대역 재밍, 사용자 정의 파형) ⁵¹	탐지 (RF), 위치 파악 (DF), ID	국방, 법 집행, CI	현장 입증, 유럽 고객 서비스 중 ¹³²	RF 신호 숙달, 소프트웨어 정의 아키텍처, 고출력 재밍, 다중 대역 기능

참고 자료

1. Chapter 2: Understanding C-UAS Purpose and Process, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://kstatelibraries.pressbooks.pub/counterunmannedaircraft/chapter/chapter-2-understanding-c-uas-purpose-and-process-who-may-want-or-need-to-counter-uas-operations-legitimate-versus-criminal-selected-c-uas-use-cases-examples-of-how-and-when-c-uas-is-approp/>
2. UAV (Drone) Market Size, Share, Industry Report, Revenue Trends and Growth Drivers, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/unmanned-aerial-vehicles-uav-market-662.html>
3. Drone Communication Market Size, Share | Forecast by 2032 - Research Dive, 4월 15, 2025에 액세스,

- <https://www.researchdive.com/9217/drone-communication-market>
4. Comprehensive Guide to Counter-Drone Mitigation Technologies, 4월 15, 2025에 액세스, https://d-fendsolutions.com/post_topic/c-uas-technology/
 5. Counter UAS Market Size, Share, Industry Growth, 2032, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.fortunebusinessinsights.com/counter-uas-market-111906>
 6. 2025's Sky War: How Unmanned Aerial System (UAS) Communication Disruptors Are Dominating the Counter-Drone Revolution - Frost & Sullivan, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.frost.com/growth-opportunity-news/aerospace-defense/unmanned-systems/2025s-sky-war-how-unmanned-aerial-system-uas-communication-disruptors-are-dominating-the-counter-drone-revolution-cim-ps/>
 7. Anti-drone Market Global Outlook & Forecast 2025-2030, Competitive Analysis of Prominent Vendors - Elbit Systems, Lockheed Martin, RTX, and Thales - GlobeNewswire, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.globenewswire.com/news-release/2025/02/17/3027189/28124/en/Anti-drone-Market-Global-Outlook-Forecast-2025-2030-Competitive-Analysis-of-Prominent-Vendors-Elbit-Systems-Lockheed-Martin-RTX-and-Thales.html>
 8. Anti-Drone Market Size, Share, Growth Forecast Report 2030 ..., 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.arizton.com/market-reports/anti-drone-market>
 9. Anti Drone Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2025 - 2030), 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/anti-drone-market>
 10. Anti-Drone Market Size, Share and Industry Report 2032, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/anti-drone-market-177013645.html>
 11. Anti Drone Market Insights: Size, Share, Trends, Forecast 2030, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.knowledge-sourcing.com/report/global-anti-drone-market>
 12. Drones in Ukraine: Emerging Lessons - Air & Space Forces Association, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.afa.org/agenda/drones-in-ukraine/>
 13. 9 ways the war in Ukraine has changed counter-UAS - cuashub.com, 4월 15, 2025에 액세스, <https://cuashub.com/en/content/9-ways-the-war-in-ukraine-has-changed-counter-uas/>
 14. On the Horizon: The Ukraine War and the Evolving Threat of Drone Terrorism, 4월 15, 2025에 액세스, <https://ctc westpoint.edu/on-the-horizon-the-ukraine-war-and-the-evolving-threat-of-drone-terrorism/>
 15. Counter Unmanned Aerial System (C-UAS) Market Size, Trends, 2033 - Business Research Insights, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.businessresearchinsights.com/market-reports/counter-unmanned-aerial-system-c-uas-market-121778>
 16. Drone Communication Market Revenue Trends and Growth Drivers | MarketsandMarkets, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/drone-communication-market-220457835.html>

17. Jamming and Spoofing Techniques for Drone Neutralization: An Experimental Study - MDPI, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.mdpi.com/2504-446X/8/12/743>
18. White paper: Counter-Drone: The Comprehensive Guide to Counter ..., 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.dedrone.com/white-papers/counter-uas>
19. Counter UAS System Market Size, Share, Trends, Opportunities - Verified Market Research, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.verifiedmarketresearch.com/product/counter-uas-system-market/>
20. Frost Radar™: UAS Communication Disruptors & Trends 2025, 4월 15, 2025에 액세스, <https://store.frost.com/frost-radartm-uas-communication-disruptors-2025.html>
21. Anti-Drone Market Size to Worth USD 26.26 billion by 2034, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.precedenceresearch.com/anti-drone-market>
22. Counter-UAS Market Overview, Size, Industry, Growth, Trend, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.marketresearchfuture.com/reports/counter-uas-market-7430>
23. Anti-Drone Market Size, Share, Trends, Analysis Report, 2030 - Fortune Business Insights, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.fortunebusinessinsights.com/anti-drone-market-102593>
24. Anti-Drone Market Overview, Size, Share, Trend Analysis 2030, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.marketresearchfuture.com/reports/anti-drone-market-6460>
25. Proven and Effective Counter-drone Technology and Solutions, 4월 15, 2025에 액세스, <https://sentrycs.com/>
26. (PDF) Counter Drone Technology: A Review - ResearchGate, 4월 15, 2025에 액세스, https://www.researchgate.net/publication/378122862_Counter_Drone_Technology_A_Review
27. Enhancing UAV Security Against GPS Spoofing Attacks Through a Genetic Algorithm-Driven Deep Learning Framework - MDPI, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.mdpi.com/2078-2489/16/2/115>
28. Evaluating & Comparing Counter-Drone (C-UAS) Mitigation Technologies - YouTube, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.youtube.com/watch?v=ssCwawuVXyw>
29. The Counter UAS Directory and Buyer's Guide - Unmanned airspace, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.unmannedairspace.info/wp-content/uploads/2022/04/Counter-UAS-directory.-April-2022.v5.pdf>
30. Defeating UAS threats requires complex and flexible solutions - Military Embedded Systems, 4월 15, 2025에 액세스, <https://militaryembedded.com/unmanned/counter-uas/defeating-uas-threats-requires-complex-and-flexible-solutions>
31. Deep Learning-Based Drone Defense System for Autonomous Detection and Mitigation of Balloon-Borne Threats - MDPI, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.mdpi.com/2079-9292/14/8/1553>
32. Drone Detection and Classification Using Physical-Layer Protocol Statistical Fingerprint - PMC - PubMed Central, 4월 15, 2025에 액세스,

- <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9460464/>
33. Market-Research-Report-List-1/counter-uas-c-uas-technology-market.md at main - GitHub, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://github.com/stuwinawisa/Market-Research-Report-List-1/blob/main/counter-uas-c-uas-technology-market.md>
 34. Securing the Information and Communications Technology and Services Supply Chain: Unmanned Aircraft Systems - Federal Register, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.federalregister.gov/documents/2025/01/03/2024-30209/securing-the-information-and-communications-technology-and-services-supply-chain-unmanned-aircraft>
 35. Counter Unmanned Aircraft Systems (C-UAS) Tech Guide - Homeland Security, 4월 15, 2025에 액세스,
https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/c-uas-tech-guide_final_28feb2020.pdf
 36. Progress on Domestic UAS Detection & Mitigation is Required for Public Trust, Enabling Drone Regulations | AUVSI, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.auvsi.org/industry-news/blog/progress-domestic-uas-detection-mitigation-required-public-trust-enabling-drone>
 37. EASA grants STC to Aerodata for anti-jamming anti-spoofing system - Unmanned airspace, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedairspace.info/latest-news-and-information/easa-grants-stc-to-aerodata-for-anti-jamming-anti-spoofing-system/>
 38. UAV Payload and Subsystem Market Size & Global Analysis 2031 - SNS Insider, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.snsinsider.com/reports/uav-payload-and-subsystem-market-1171>
 39. C-UAS: Israel's Innovative Response to UAVs - Startup Nation Central, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://startupnationcentral.org/hub/blog/c-uas-israels-response-to-uavs/>
 40. Voluntary Best Practices for UAS Privacy, Transparency, and Accountability - National Telecommunications and Information Administration, 4월 15, 2025에 액세스,
https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/uas_privacy_best_practices_6-21-16.pdf
 41. COUNTER-DRONE SYSTEMS, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://dronecenter.bard.edu/files/2019/12/CSD-CUAS-2nd-Edition-Web.pdf>
 42. Chapter 6: C-UAS Evolving Methods of Interdiction, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://kstatelibraries.pressbooks.pub/counterunmannedaircraft/chapter/chapter-6-interdiction-technologies-carter/>
 43. 10 Types of Counter-drone Technology to Detect and Stop Drones Today, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.robinradar.com/resources/10-counter-drone-technologies-to-detect-and-stop-drones-today>
 44. Comprehensive Guide to Counter-Drone Mitigation Technologies - D-Fend Solutions, 4월 15, 2025에 액세스, <https://d-fendsolutions.com/cuas-mitigation/>
 45. C-UAS Factbook - Droneshield, 4월 15, 2025에 액세스,

- <https://www.dronesshield.com/c-uas-factbook>
46. Drone Guardian | L3Harris® Fast. Forward., 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.l3harris.com/all-capabilities/drone-guardian-counter-suas>
 47. Disruptor SRx™ | L3Harris® Fast. Forward., 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.l3harris.com/all-capabilities/disruptor-srx>
 48. C-UAS RF - BlueHalo, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://bluehalo.com/c-uas-autonomous-systems/c-uas-rf/>
 49. WhiteFox Defense | Drone Airspace Security, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.whitefoxdefense.com/>
 50. Solutions - WhiteFox Defense, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.whitefoxdefense.com/solutions>
 51. ARDRONIS Effect | Rohde & Schwarz, 4월 15, 2025에 액세스,
https://www.rohde-schwarz.com/us/products/aerospace-defense-security/radio-frequency-solutions/ardronis-effect_63493-617814.html
 52. Skylock - Unmanned airspace, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedairspace.info/c-uas-search/skylock/>
 53. Anti-Drone and Counter-UAS (C-UAS) Technology, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedsystemstechnology.com/expo/anti-drone-technology-cuas/>
 54. Drone Jammers: An Inside Look at Counter UAS (CUAS) Tools, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://uavcoach.com/drone-jammer/>
 55. Drone RF Jammers | Drone Signal Jamming - Unmanned Systems Technology, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedsystemstechnology.com/expo/drone-rf-jammers/>
 56. Drone Jamming System – the DroneNet Anti-Drone Jammer - Netline Communication Technologies, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://netlinetech.com/counter-drone/drone-jamming/>
 57. RADAR, EO/IR, C-UAS, NIGHT VISION AND SURVEILLANCE UPDATE, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://battle-updates.com/update/radar-eo-ir-c-uas-night-vision-and-surveillance-update-15/>
 58. Israeli C-UAS Systems By Arie Egozi - BATTLESPACE Updates, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://battle-updates.com/israeli-c-uas-systems-by-arie-egozi/>
 59. IAI'S ELTA SYSTEMS UNVEILS NEXT GENERATION DRONE GUARD COUNTER UNMANNED AIRCRAFT SYSTEM (C-UAS) | IAI, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.iai.co.il/iais-elta-systems-unveils-next-generation-drone-guard-counter-unmanned-aircraft-system-c-uas>
 60. ELTA (See also IAI / ELTA) - Unmanned airspace, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedairspace.info/c-uas-search/elta-see-also-iai-elta/>
 61. IAI's Drone Guard Gen 5 The Ultimate Defense Against Drone Threats, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.australiandefence.com.au/news/sponsored/iai-s-drone-guard-gen-5-the-ultimate-defense-against-drone-threats>
 62. drone guardian - counter uas defense system - L3Harris, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.l3harris.com/sites/default/files/2020-09/l3harris-drone-guardian-bro>

[chure-sas.pdf](#)

63. Use cases for defense | Rohde & Schwarz, 4월 15, 2025에 액세스,
https://www.rohde-schwarz.com/us/solutions/aerospace-and-defense/land/countering-drones-for-armed-forces/use-case-for-defense_256830.html
64. Israel Aerospace Industries Awarded Contract to Supply DroneGuard ComJam Systems for the Detection and Flight Disruption of UAS to a Country in Asia - EDR Magazine, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.edrmagazine.eu/israel-aerospace-industries-awarded-contract-to-supply-droneguard-comjam-systems-for-the-detection-and-flight-disruption-of-uas-to-a-country-in-asia>
65. IAI Awarded Contract to Supply DroneGuard ComJam Systems for the Detection and Flight Disruption of UAS to a Country in Asia, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.iai.co.il/news-media/press-releases/contract-supply-droneguard-comjam>
66. IAI's Elta's Drone Guard secures major international events in Argentina - EDR Magazine, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.edrmagazine.eu/iais-eltas-drone-guard-secures-major-international-events-in-argentina>
67. Netline Communications Technologies (NCT) LTD - Targi Kielce, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.targikielce.pl/en/mspo-2024/list-of-exhibitors/netline-communications-technologies-nct-ltd,2490940>
68. Netline Presents New DF Sensor | Joint Forces News, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.joint-forces.com/defence-equipment-news/74153-netline-presents-new-df-sensor>
69. Netline Presents New Non-database Direction-finding (DF) Sensor - MilitaryLeak.COM, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://militaryleak.com/2024/06/30/netline-presents-new-non-database-direction-finding-df-sensor/>
70. DroneCannon: Counterdrone (C-UAS) Protection - Droneshield, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.droneshield.com/c-uas-products/dronecannon-mk2>
71. ApolloShield Counter-Drone Systems, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.apolloshield.com/>
72. COUNTER-UAS SYSTEMS, 4월 15, 2025에 액세스,
https://www.jedonline.com/wp-content/uploads/2021/02/JED-M0519_SurveyTable.pdf
73. ApolloShield is a system that detects unwanted drones and drives them... | Y Combinator, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.ycombinator.com/companies/apolloshield>
74. İHTAR 100 - ASELSAN, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.aselsan.com/en/defence/product/2657/ihar-100>
75. ASELSAN - Unmanned airspace, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedairspace.info/c-uas-search/aselsan/>
76. IDEF 2019: More than 500 İHASAVAR Anti-Drone Jammer Systems delivered by Aselsan, 4월 15, 2025에 액세스,

- <https://www.armyrecognition.com/news/army-news/2019/idef-2019-more-than-500-ahasavar-anti-drone-jammer-systems-delivered-by-aselsan>
77. ASELNAN's Radars and Jammers Used by Argentina - TURDEF, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://turdef.com/article/aselsan-s-radars-and-jammers-used-by-argentine>
78. Aselsan Debuts 'Anti-Drone Jammer' System - DEFENSE STUDIES, 4월 15, 2025에 액세스,
<http://defense-studies.blogspot.com/2017/03/aselsan-debuts-anti-drone-jammer-system.html>
79. Aselsan showcases new C-UAV capabilities at Saha Expo in Istanbul - Euro-sd, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://euro-sd.com/2024/10/major-news/40982/new-aselsan-c-uav-systems/>
80. Kapan Counter Drone System: Complete Security System with Detection, Tracking, and Jamming Against Drone Threats - Global Defense Insight, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://defensetalks.com/kapan-counter-drone-system-complete-security-system-with-detection-tracking-and-jamming-against-drone-threats/>
81. DZYNE Unveils U.S.-Made Wearable Dronebuster® DTIM Kit: A Handheld, Operator-Driven System for Detecting and Defeating C-sUAS Threats in Any Scenario, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://dzyne.com/dzyne-unveils-u-s-made-wearable-dronebuster-dtim-kit-a-handheld-operator-driven-system-for-detecting-and-defeating-c-suas-threats-in-any-scenario/>
82. DZYNE Unveils U.S.-Made Wearable Dronebuster® DTIM Kit: A Handheld, Operator-Driven System for Detecting and Defeating C-sUAS Threats in Any Scenario - PR Newswire, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.prnewswire.com/news-releases/dzyne-unveils-us-made-wearable-dronebuster-dtim-kit-a-handheld-operator-driven-system-for-detecting-and-defeating-c-suas-threats-in-any-scenario-302375519.html>
83. DZYNE unveils wearable Dronebuster® counter-drone kit - cuashub.com, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://cuashub.com/en/content/dzyne-unveils-wearable-dronebuster-counter-drone-kit/>
84. IDEX 2025: DZYNE adds wearable detection and identification capabilities to Dronebuster, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedairspace.info/counter-uas-systems-and-policies/idx-2025-dzyne-adds-wearable-detection-and-identification-capabilities-to-dronebuster/>
85. Lycin Counter-UAS - IEC Infrared Systems, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://iecinfrared.com/lycin-counter-uas/>
86. IEC Infrared - Unmanned airspace, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedairspace.info/c-uas-search/iec-infrared/>
87. Counter-UAS - IEC Infrared Systems, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://iecinfrared.com/counter-uas/>
88. UAS Detection, Mitigation, and Response on Airports | Federal Aviation

- Administration, 4월 15, 2025에 액세스,
https://www.faa.gov/airports/new entrants/uas_detection_mitigation_response
89. GPS spoofing – A growing risk for flight safety, by Thomas Hytten, CAA Norway - EASA, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.easa.europa.eu/community/topics/gps-spoofing-growing-risk-flight-safety-thomas-hytten-caa-norway>
90. Countering drone threats to shipping - GOV.UK, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.gov.uk/government/publications/countering-drone-threats-to-shipping/countering-drone-threats-to-shipping>
91. D Fend Solutions | Advanced Counter Drone Technology, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://d-fendsolutions.com/>
92. Asian Country Orders UAS Detection & Flight Disruption Systems | UST, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedsystemstechnology.com/2022/09/asian-country-orders-uas-detection-flight-disruption-systems/>
93. Counter-Unmanned Aircraft Systems (C-UAS) - Homeland Security, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.dhs.gov/science-and-technology/counter-unmanned-aircraft-systems-c-uas>
94. Asian Industry's Counter-Drone Initiatives, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.asianmilitaryreview.com/2024/08/asian-industrys-counter-drone-initiatives/>
95. Counter-Drone Lessons From Ukraine War - Warrior Maven, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://warriormaven.com/russia-ukraine/counter-drone-lessons-from-ukraine-war>
96. Building Stronger Borders: How Counter Unmanned Aircraft Systems Secure the Future, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.nvisionbeyond.com/technologies/building-stronger-borders-how-counter-unmanned-aircraft-systems-secure-the-future/>
97. Counter-UAS Market Set for Steep Rise - Asian Military Review, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.asianmilitaryreview.com/2024/01/counter-uas-market-set-for-steep-rise/>
98. Forecast of the Commercial UAS Package Delivery Market - ERAU News - Embry-Riddle Aeronautical University, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://news.erau.edu/-/media/files/news/forecast-commercial-uas-package-delivery-market.pdf>
99. Unmanned Aircraft Systems Market Report, 2024-2030 - IndustryARC, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.industryarc.com/Report/15014/unmanned-aircraft-systems-market.html>
100. Frost & Sullivan - Aviation/Aerospace Market Research Reports & Analysis page 1, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.marketresearch.com/Frost-Sullivan-v383/Aviation-Aerospace-c244/1>

- [.html](#)
101. Machine learning algorithms applied for drone detection and classification: benefits and challenges - Frontiers, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.frontiersin.org/journals/communications-and-networks/articles/10.3389/frcmn.2024.1440727/full>
 102. Advances and Challenges in Drone Detection and Classification Techniques: A State-of-the-Art Review - MDPI, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.mdpi.com/1424-8220/24/1/125>
 103. India Counter Uas Market Size, Share, Growth Outlook Report, 2035, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.marketresearchfuture.com/reports/india-counter-uas-market-44428>
 104. Data on wings – A close look at drones in India, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.pwc.in/industries/financial-services/fintech/fintech-insights/data-on-wings-a-close-look-at-drones-in-india.html>
 105. titan - C-UAS Hub, 4월 15, 2025에 액세스,
https://cuashub.com/wp-content/uploads/2023/05/Titan-C-UAS-Slick-Sheet_vMAY2024.pdf
 106. LYCAN Counter-UAS - IEC Infrared Systems, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://iecinfrared.com/wp-content/uploads/2024/07/Lycan-4.pdf>
 107. Addressing UAVs and Anti-Drone Technology with a Multi-Pronged Response, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.defenceturkey.com/en/content/addressing-uavs-and-anti-drone-technology-with-a-multi-pronged-response-3547>
 108. Skylock launches C-UAS hard kill system effective against drone swarms, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedairspace.info/counter-uas-systems-and-policies/skylock-launches-c-uas-hard-kill-system-effective-against-drone-swarms/>
 109. The Counter UAS Directory and Buyer's Guide - Unmanned airspace, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedairspace.info/wp-content/uploads/2022/04/Counter-UAS-directory.-April-2022.v3.pdf>
 110. The Counter UAS Directory and Buyer's Guide - Unmanned airspace, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedairspace.info/wp-content/uploads/2023/04/Counter-UAS-directory.-April-2023.v2.pdf>
 111. Anti Drone System and Counter UAS Detection in Italy in 2025, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://airmanex.com/airport-anti-drone-system-in-italy/>
 112. Counter-UAS - DZYNE Technologies, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://dzyne.com/counter-uas/>
 113. IEC Infrared Systems - Integrated Surveillance Solutions, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://iecinfrared.com/>
 114. IEC Infrared Systems: Integrated Surveillance for Defence - Army Technology, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.army-technology.com/contractors/surveillance/iec-infrared-systems>

- L
115. IEC INFRARED SYSTEMS LLC - cuashub.com, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://cuashub.com/en/vendor/iec-infrared-systems-llc/>
 116. Lyncan Counter-UAS - cuashub.com, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://cuashub.com/en/product/lycan-counter-uas/>
 117. A March of Progress for Counter-UAS Technology - Defense Security Monitor, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://dsm.forecastinternational.com/2025/03/25/a-march-of-progress-for-counter-uas-technology/>
 118. Protecting the Force from Uncrewed Aerial Systems - Ukraine | Wilson Center, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://ukraine.wilsoncenter.org/sites/default/files/media/uploads/documents/protecting-the-force-from-uncrewed-uas.pdf>
 119. c-uas solution - L3Harris, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://engage.l3harris.com/c-uas-ausa-22/p/1>
 120. BlueHalo Demonstrates C-UAS Sensors & VigilantHalo at U.S. Central Command's Desert Guardian 1.0, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://bluehalo.com/bluehalo-demonstrates-c-uas-sensors-vigilanthalo-at-u-s-central-commands-desert-guardian-1-0/>
 121. DEDRONE by Axon and Thales Australia Partner to Deliver AI-Enabled C-UAS On-The-Move Capabilities, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.dedrone.com/blog/dedrone-by-axon-and-thales-australia-partner-to-deliver-ai-enabled-c-uas-on-the-move-capabilities>
 122. BlueHalo Demonstrates C-UAS Sensors & VigilantHalo at U.S. Central Command's Desert Guardian 1.0 - Drone News update Magazine, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.dronesupdatemag.in/2025/03/19/bluehalo-demonstrates-c-uas-sensors-vigilanthalo-at-u-s-central-commands-desert-guardian-1-0/>
 123. Counter Drone System Q&A - CRFS, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.crfs.com/blog/counter-drone-q-and-a>
 124. US\$642M Defense Deal Signals Surging Demand for AI Counter-Drone Tech, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.streetwisereports.com/article/2025/03/20/us-642m-defense-deal-signals-surging-demand-for-ai-counter-drone-tech.html>
 125. KAPAN Counter-UAS System | Detection, tracking and neutralization of drone threats, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedsystemstechnology.com/company/meteksan-defense/kapan-counter-uas-system/>
 126. Drones in Modern Warfare: Lessons Learnt from the War in Ukraine - Australian Army Research Centre, 4월 15, 2025에 액세스,
https://researchcentre.army.gov.au/sites/default/files/241022-Occasional-Paper-29-Lessons-Learnt-from-Ukraine_2.pdf
 127. Federation is deterrence: The US defence industrial and technology integration agenda in the Indo-Pacific | United States Studies Centre, 4월 15, 2025에 액세스,

- <https://www.ussc.edu.au/federation-is-deterrence-the-us-defence-industrial-and-technology-integration-agenda-in-the-indo-pacific>
128. U.S. Defense Infrastructure in the Indo-Pacific: Background and Issues for Congress, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.congress.gov/crs-product/R47589>
 129. US, Singapore to work together on counter-drone, electronic warfare tech - Defense News, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.defensenews.com/pentagon/2024/05/31/us-singapore-to-work-together-on-counter-drone-electronic-warfare-tech/>
 130. Think Bigger, Act Larger: A U.S.-Australia Led Coalition for a Combined Joint Deterrence Force in the Indo-Pacific, 4월 15, 2025에 액세스, <https://carnegieendowment.org/research/2024/10/us-australia-led-coalition-for-a-combined-joint-deterrence-force-in-the-indo-pacific?lang=en>
 131. Defense Tech Firm Unveils AI Tool for Massive C-UAS Gains in Australia, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.streetwisereports.com/article/2025/04/11/defense-tech-firm-unveils-ai-tool-for-massive-c-uas-gains-in-australia.html>
 132. Rohde & Schwarz announces new C-UAS multiband jamming functionality, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.unmannedairspace.info/counter-uas-systems-and-policies/rohde-schwarz-announces-new-c-uas-multiband-jamming-functionality/>
 133. Rohde & Schwarz Launches Next-Gen Multi-Band Jammer for Counter-Drone Operations, 4월 15, 2025에 액세스, <https://uasweekly.com/2025/04/08/rohde-schwarz-launches-next-gen-multi-band-jammer-for-counter-drone-operations/>
 134. D-Fend Solutions' EnforceAir Demonstration | Unmanned Systems Technology, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.unmannedsystemstechnology.com/video/d-fend-solutions-enforceair-demonstration/>
 135. India Military Unmanned Aerial Vehicle Industry Research 2023-2028: Growth Opportunities in MRO Services, Supply Chain Strengthening, and UAV Swarming Capabilities - GlobeNewswire, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.globenewswire.com/news-release/2024/10/22/2966693/28124/en/India-Military-Unmanned-Aerial-Vehicle-Industry-Research-2023-2028-Growth-Opportunities-in-MRO-Services-Supply-Chain-Strengthening-and-UAV-Swarming-Capabilities.html>
 136. EnforceAir | Advanced anti-drone system with RF cyber takeover technology, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.unmannedsystemstechnology.com/company/d-fend-solutions/enforceair/>
 137. TITAN C-UAS™ - BSSHOLLAND, 4월 15, 2025에 액세스, https://bssholland.com/wp-content/uploads/2023/11/BlueHalo_Titan_CUAS_202308.pdf
 138. Counter Unmanned Aerial Systems (CUAS): The Challenges and Solutions in the Commercial Space - Apr 3rd - Discover ISC, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.discoverisc.com/west/en-us/seminars/2025-education-schedule/ses>

[sion-details.3979.232323.counter-unmanned-aerial-systems-cuas-the-challenges-and-solutions-in-the-commercial-space.html](https://www.israeldefense.co.il/en/node/64389)

139. Sentrycs Secures Multi-Million-Dollar Counter-UAS Contract in Latin America, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.israeldefense.co.il/en/node/64389>
140. Sentrycs wins counter-UAS system contract in Latin America - Army Technology, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.army-technology.com/news/sentrycs-counter-uas-contract/>
141. Sentrycs secures multi-million dollar counter-drone contract in Latin America - cuashub.com, 4월 15, 2025에 액세스, <https://cuashub.com/en/content/sentrycs-secures-multi-million-dollar-counter-drone-contract-in-latin-america/>
142. Sentrycs Lands Multi-Million Dollar Counter-Drone Deal in Latin America, 4월 15, 2025에 액세스, <https://sentrycs.com/news/sentrycs-lands-multi-million-dollar-counter-drone-deal-in-latin-america/>
143. H. Rept. 118-553 - DEPARTMENT OF HOMELAND SECURITY APPROPRIATIONS BILL, 2025 | Congress.gov, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.congress.gov/congressional-report/118th-congress/house-report/553/1>
144. RADAR, EO/IR, C-UAS, NIGHT VISION AND SURVEILLANCE UPDATE, 4월 15, 2025에 액세스, <https://battle-updates.com/update/radar-eo-ir-c-uas-night-vision-and-surveillance-update-237/>
145. communication Jamming System - Anti-Drone Jammer, 4월 15, 2025에 액세스, <https://netlinetech.com/communication-jamming/>
146. Press - Read the Latest Anti-Drone / Counter-Drone News from Dedrone, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.dedrone.com/press>
147. DroneShield Welcomes Reforms to Commonwealth Procurement Rules - sUAS News, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.suasnews.com/2025/03/dronesshield-welcomes-reforms-to-commonwealth-procurement-rules/>
148. BlueHalo Awarded \$49.9M Naval Information Warfare Center Contract for UAS Electronic Warfare Sensor Systems, 4월 15, 2025에 액세스, <https://bluehalo.com/bluehalo-awarded-49-9m-naval-information-warfare-center-contract-for-uas-electronic-warfare-sensor-systems/>
149. BlueHalo Awarded \$24M Contract for TITAN C-UAS™ Systems - PR Newswire, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.prnewswire.com/news-releases/bluehalo-awarded-24m-contract-for-titan-c-uas-systems-301606207.html>
150. Press Releases | D-Fend Solutions, 4월 15, 2025에 액세스, <https://d-fendsolutions.com/newsroom/press-releases/>
151. D-Fend Solutions Partners with Naval Surface Warfare Center for Counter-Drone Technology Testing, 4월 15, 2025에 액세스, <https://dronelife.com/2024/11/07/d-fend-solutions-partners-with-naval-surface-warfare-center-for-counter-drone-technology-testing/>

152. D-Fend Solutions Enters Agreement with Naval Surface Warfare Center Panama City Division for Counter-Drone Technology Testing, 4월 15, 2025에 액세스,
https://d-fendsolutions.com/press_releases/d-fend-solutions-enters-agreement-with-naval-surface-warfare-center-panama-city-for-counter-drone-technology-testing/
153. Mitigating emerging and future threats: Rohde & Schwarz unveils next-generation multi-band jammer for counter-drone missions, 4월 15, 2025에 액세스,
https://www.rohde-schwarz.com/us/about/news-press/all-news/mitigating-emerging-and-future-threats-rohde-schwarz-unveils-next-generation-multi-band-jammer-for-counter-drone-missions-press-release-detailpage_229356-1552768.html
154. Aerodata Gets EASA Certification for GPS Anti-Jamming & Spoofing Solution - UAS Vision, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.uasvision.com/2024/10/30/aerodata-receives-easa-certification-for-gps-anti-jamming-spoofing-solution/>
155. C-UxS Products: Counterdrone Protection - DronesShield, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.dronesshield.com/c-uas-products>
156. Law Enforcement and Technology: Use of Unmanned Aircraft Systems | Congress.gov, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47660>
157. Titan C-UAS by BlueHalo - EOD Gear, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.eod-gear.com/titan-c-uas/>
158. EnforceAir2 RF Cyber-Takeover Anti-Drone System Benefits, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedsystemstechnology.com/video/enforceair2-rf-cyber-takeover-anti-drone-system-benefits/>
159. D-Fend Solutions Discusses RF Cyber Takeover C-UAS Technology, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedsystemstechnology.com/feature/d-fend-solutions-discusses-rf-cyber-takeover-c-uas-technology/>
160. Text - H.R.8610 - 118th Congress (2023-2024): Counter-UAS Authority Security, Safety, and Reauthorization Act, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.congress.gov/bill/118th-congress/house-bill/8610/text>
161. Drone, Counter drone and autonomous systems - Eurocontrol, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2024-11/eurocontrol-2024-cuas-workshop-s1-meersman.pdf>
162. EASA partners with IATA to counter aviation safety threat from GNSS spoofing and jamming, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/press-releases/easa-partners-iata-counter-aviation-safety-threat-gnss-spoofing>
163. EASA and IATA aim at countering threat from GNSS jamming - ADS Advance, 4월 15, 2025에 액세스,

<https://www.adsadvance.co.uk/easa-and-iata-aim-at-counteracting-threat-from-gnss-jamming.html>

164. Voluntary Best Practices for UAS Privacy, Transparency, and Accountability - National Telecommunications and Information Administration, 4월 15, 2025에 액세스, https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/voluntary_best_practices_for_uas_privacy_transparency_and_accountability_0.pdf
165. Using Drones to Study Human Beings: Ethical and Regulatory Issues - PMC, 4월 15, 2025에 액세스, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6111004/>
166. Counter UAS (C-UAS) - Federal Aviation Administration, 4월 15, 2025에 액세스, https://www.faa.gov/uas/resources/c_uas
167. Drone Detection and Classification approaches based on ML algorithms - ResearchGate, 4월 15, 2025에 액세스, https://www.researchgate.net/publication/378989666_Drone_Detection_and_Classification_approaches_based_on_ML_algorithms
168. International Journal of Critical Infrastructure Protection - arXiv, 4월 15, 2025에 액세스, <https://arxiv.org/pdf/2409.05985>
169. Drone Detection and Defense Systems: Survey and a Software-Defined Radio-Based Solution - PMC, 4월 15, 2025에 액세스, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8879497/>
170. Drone Detection and Identification System using Artificial Intelligence | Request PDF, 4월 15, 2025에 액세스, https://www.researchgate.net/publication/329490192_Drone_Detection_and_Identification_System_using_Artificial_Intelligence
171. Drone Detection and Classification Using Music (Multiple Signal Classification) Algorithm, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.ijraset.com/research-paper/drone-detection-and-classification-using-music>
172. ARDRONIS Detect | Rohde & Schwarz, 4월 15, 2025에 액세스, https://www.rohde-schwarz.com/us/products/aerospace-defense-security/radio-frequency-solutions/ardronis-detect_63493-334548.html
173. DZYNE Technologies and Romania's National Defense Company Formalize Collaboration to Build Romanian Defense Capability - PR Newswire, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.prnewswire.com/news-releases/dzyne-technologies-and-romania-national-defense-company-formalize-collaboration-to-build-romanian-defense-capability-302261199.html>
174. Whitefox Defense Technologies - HigherGov, 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.highergov.com/awardee/whitefox-defense-technologies-inc-10038094/>
175. ARDRONIS Locate Compact - Rohde & Schwarz, 4월 15, 2025에 액세스, https://www.rohde-schwarz.com/us/solutions/critical-infrastructure/counteracting-drones/ardronis-locate-compact-solution_256824.html
176. Netline to launch compact, multi-layered, updated DroneNet C-UAS at Eurosatory, 4월 15, 2025에 액세스,

- <https://www.unmannedairspace.info/latest-news-and-information/netline-to-launch-compact-multi-layered-updated-dronenet-c-uas-at-eurosatory/>
177. (PDF) Protecting Autonomous UAVs from GPS Spoofing and Jamming: A Comparative Analysis of Detection and Mitigation Techniques - ResearchGate, 4월 15, 2025에 액세스,
https://www.researchgate.net/publication/384599358_Protecting_Autonomous_UAVs_from_GPS_Spoofing_and_Jamming_A_Comparative_Analysis_of_Detection_and_Mitigation_Techniques
 178. Detection of GPS Spoofing Attacks in UAVs Based on Adversarial Machine Learning Model, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11436244/>
 179. Breaking the Formation: The Impact of GNSS Spoofing on UAV Swarms - Inside GNSS - Global Navigation Satellite Systems Engineering, Policy, and Design, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://insidegnss.com/breaking-the-formation-the-impact-of-gnss-spoofing-on-uav-swarms/>
 180. WhiteFox impresses U.S. DoD at world's largest counter-drone testing event - AUVSI, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.auvsi.org/sites/default/files/WhiteFox%20impresses%20US%20DOT%20at%20world%27s%20largest%20counter-drone%20testing%20event.pdf>
 181. The Tests Showed How WhiteFox Technology Could Become A Pillar Of Defense In Mitigating Drone Threats, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.aero-news.net/index.cfm?do=main.ajTextPost&id=48552bc9-eab7-4f13-b1be-9bb89dc90f80>
 182. WhiteFox Demonstrates Capability to Protect Stadiums Against Rogue Drones with 15-Kilometer Virtual Dome, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.whitefoxdefense.com/press-release-library/protect-stadiums-against-rogue>
 183. Elta wins USD39 million US defence department counter-UAS contract, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedairspace.info/counter-uas-systems-and-policies/elta-wins-usd39-million-us-defence-department-counter-uas-contract/>
 184. Top 10 Companies in Counter UAS Market in 2023 - Emergen Research, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.emergenresearch.com/blog/top-10-leading-manufacturers-of-counter-uas-in-the-world>
 185. Top Companies List of Anti-Drone Industry - MarketsandMarkets, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.marketsandmarkets.com/ResearchInsight/anti-drone-market.asp>
 186. Rohde & Schwarz Ups Drone Defense With Modular Multi-Band Jammer, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://thedefensepost.com/2025/04/04/rohde-schwarz-multi-band-jammer/>
 187. Netline new contract to protect head-of-state convoy, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://netlinetech.com/netline-new-contract-to-protect-head-of-state-convoy/>
 188. Counter-Unmanned Aerial Systems (CUAS) from ApolloShield - everything RF,

- 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.everythingrf.com/search/cuas-counter-unmanned-aerial-system/filters?page=1&country=global&manuid=:2313;>
189. DZYNE Launches Wearable Counter-Drone Kit - The Defense Post, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://thedefensepost.com/2025/02/19/dzyne-wearable-anti-drone/>
190. DZYNE Technologies - Home, 4월 15, 2025에 액세스, <https://dzyne.com/>
191. DZYNE adds C-UAS capability with High Point Aerotechnologies acquisition, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedairspace.info/latest-news-and-information/dzyne-adds-c-uas-capability-with-high-point-aerotechnologies-acquisition/>
192. US company DZYNE Technologies and ROMARM sign MoU in Bucharest to strengthen Romanian defense capability, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://dzyne.com/us-company-dzyne-technologies-and-romarm-sign-mou-in-bucharest-to-strengthen-romanian-defense-capability/>
193. Featured In - IEC Infrared Systems, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://iecinfrared.com/featured/>
194. vehicle-mounted c-uas Archives - cuashub.com, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://cuashub.com/en/content-tag/vehicle-mounted-c-uas/>
195. DroneShield secures \$11.8m in APAC contracts to counter Chinese drones, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.droneshield.com/media/news-coverage/droneshield-secures-118m-in-apac-contracts-to-counter-chinese-drones>
196. C-UxS AI & Counterdrone Defense Solutions - DroneShield (ASX ...), 4월 15, 2025에 액세스, <https://www.droneshield.com/>
197. BlueHalo - Gov Announcements - Carahsoft, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.carahsoft.com/bluehalo/whats-new>
198. BlueHalo to Deliver Titan C-UAS to DOD Customer; Jonathan MoneyMaker Quoted, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.govconwire.com/2022/08/bluehalo-to-deliver-titan-c-uas-to-dod-customer/>
199. US Air Force USD1.25 million contract to WhiteFox Defense for handheld C-UAS systems, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.unmannedairspace.info/counter-uas-systems-and-policies/us-air-force-usd1-25-million-contract-to-whitefox-defense-for-handheld-c-uas-systems/>
200. Latest News - WhiteFox Defense, 4월 15, 2025에 액세스,
<https://www.whitefoxdefense.com/resources/news>