

백서

감시 레이더

기술적 배경 및 성능 고려 사항

6월 2024

목차

1	요약	3
2	서론	4
3	레이더란?	4
	3.1 작동 방식	4
	3.2 RCS(레이더 반사 단면적)	5
4	감시에 레이더를 사용하는 이유	5
	4.1 가시성이 낮은 상황에서도 안정적 작동	5
	4.2 낮은 허위 알람 발생률	5
	4.3 통합 분석	6
	4.4 프라이버시가 있는 감시	6
5	Axis 레이더	6
	5.1 일반적인 특징 및 기능	7
	5.2 일반적인 사용	8
	5.3 영역 모니터링 및 도로 모니터링	8
	5.4 시나리오 및 제외 영역	9
	5.5 감지 범위 및 다중 레이더 사용	10
	5.6 추적과 분류	10
	5.7 고려 사항	10
	5.8 EMF 안전	11
6	감시 기술 비교	12

1 요약

비시각적 기술에 기반해 있지만 레이더는 감시에서 제공할 것이 많습니다. 레이더는 어두운 조명, 어둠, 안개 등 다른 감시 기술이 경보를 놓치거나 허위 알람을 발생시킬 수 있는 상황, 또는 장면이 움직이는 그림자나 빛이 있는 경우 등 여러 상황에서 효과적으로 작동합니다. 이외에도, 레이더는 레이더 정보에서 사람을 식별할 수 없기 때문에 사생활을 보호하는 데 도움이 됩니다.

Axis 레이더에는 객체 추적 및 분류 기능이 통합되어 있으며, 딥 러닝 분류 알고리즘이 감지된 객체의 유형을 구분합니다. 예를 들어, 인간인지 차량인지 식별합니다. 레이더는 감지된 항목에 따라 다양한 작업을 트리거하도록 설정할 수 있습니다.

레이더는 예컨대 사생활 침해 문제로 카메라가 허용되지 않는 환경에서 단독으로 사용될 수 있습니다. 그러나 레이더는 비디오 및 오디오 장치와 함께 보안 시스템에 통합되는 경우가 많습니다.

일반적인 설치에는 다음이 포함됩니다.

- 레이더와 영상 카메라가 결합된 레이더 - 레이더에 감지된 개인의 식별용. 이는 레이더가 제공하는 정확한 지리적 위치를 기반으로 사람이거나 차량을 추적 및 식별할 수 있는 PTZ(팬-틸트-줌) 카메라 사용 시 특히 효과적입니다.
- 레이더와 열상 카메라의 결합 - 레이더의 넓은 영역 감지 기능은 길고 좁은 영역을 감지하는 열상 카메라를 보완합니다.
- 레이더 및 오디오 장치 - 시각적 식별이 허용되지 않거나 우선순위가 정해지지 않은 경우. 억제 오디오 메시지는 레이더에 감지된 침입자를 효과적으로 막을 수 있습니다.
- 교통 통계 또는 운전자 피드백을 위한 레이더 - 레이더를 사용하여 차량을 계수하거나 과속 차량을 감지할 수 있습니다. 레이더를 디지털 속도 표지에 연결하여 운전자에게 피드백을 제공할 수 있습니다.

Axis는 레이더와 카메라를 하나의 장치에 통합한 레이더-비디오 융합 카메라도 제공합니다. 비디오 분석과 레이더 분석의 결합으로 탐지, 분류 및 시각화를 더욱 향상시킬 수 있습니다.

Axis 레이더는 전자기장에 대한 공개 노출의 안전 한도 내에서 작동합니다. 정상 작동 시 배출량은 권장 기준치보다 상당히 더 낮습니다. 따라서, 방사선 안전에 대한 우려 없이 동일한 사이트에서 여러 대의 레이더를 안전하게 사용할 수 있습니다.

이 백서의 마지막 섹션에는 레이더, 영상 카메라, 열상 카메라의 차이점과 유사점이 비교표로 정리되어 있습니다. 기술마다 각각 다른 강점과 한계가 있기 때문에 여러 기술을 조합하는 것이 선호되는 경우가 많습니다.

2 서론

레이더는 전파에 근거하여 정립된 감지 기술입니다. 1940년대에 군사용으로 개발된 레이더는 머지않아 다른 시장까지 판로가 확장하였습니다. 레이더의 사용 범위는 끊임없이 확장하고 있으며 오늘날에는 기상예보, 도로 교통 모니터링 및 항공과 해운 부문의 충돌 예방을 비롯하여 일반적인 응용 분야로 저변이 확대되었습니다. 최신 반도체 기술을 통해 레이더 시스템은 칩(system-on-chip)을 알맞은 크기로 조정하여 자동차 및 소형 소비재에 점점 더 많이 사용할 수 있습니다. 민간 보안 시장에서 레이더 장치는 비디오 카메라 및 기타 기술을 보완하여 감시 시스템을 확장 및 개선할 수 있습니다.

이 백서에서는 레이더 기술의 원리에 대해 간단히 기술하고 보안 및 감시에 사용할 수 있는 방법을 구체적으로 자세하게 설명합니다. 레이더를 설치하기 전에 고려해야 할 요소와 이러한 요소가 탐지 효율에 영향을 미치는 방식에 대해 설명합니다. 비디오 분석 및 열상 카메라와 같은 다른 보안 기술과 비교하여 레이더의 장단점을 부각하고 최적의 감시를 위해 서로 다른 기술을 결합하는 방법을 보여 줍니다.

3 레이더란?

레이더라는 용어는 원래 *무선 감지 및 거리 측정(radio detection and ranging)*이라는 더 설명적인 문구의 약어였습니다. 레이더는 전파를 사용하여 객체를 감지하고 객체가 얼마나 멀리 떨어져 있는지 확인하는 기술입니다.

3.1 작동 방식

레이더는 무선 주파수 스펙트럼의 전자기파(줄여서 전파)로 구성된 신호를 전송합니다. 레이더 신호가 객체에 닿으면 신호는 일반적으로 여러 방향으로 반사 및 산란됩니다. 일부지만 적은 양의 신호가 레이더 장치로 다시 반사되며, 이때 해당 신호가 레이더의 수신기에 의해 감지됩니다. 감지된 신호는 부딪친 객체의 위치, 크기 및 속도를 측정하는 데 사용될 수 있는 정보를 제공합니다.

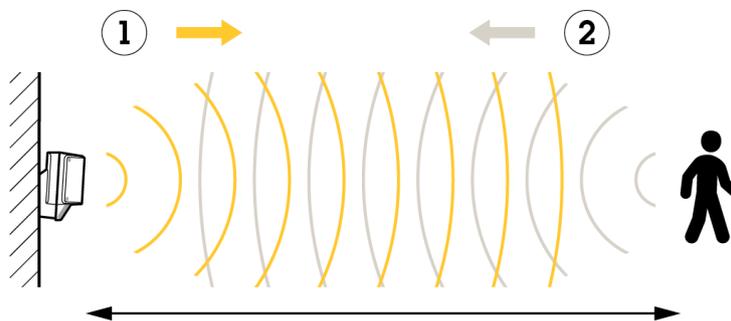


Figure 1. 레이더의 일반 원리: 레이더에서 방출된 신호(1)는 객체에 부딪힐 때 반사됩니다(2).

레이더는 동일한 일반 원리를 적용하면서도 짧은 무선 펄스나 연속 신호 중 어느 하나를 사용하도록 구성될 수 있습니다. 레이더의 기본 기술은 반사된 신호의 전달 시간이나 주파수 변화를 측정하는 것에 기반할 수 있습니다. 레이더는 감지된 객체까지의 거리나 그 객체의 속도를 제공하도록 설계될 수 있으며, 나아가 고급 신호 처리로 감지 처리를 개선할 수 있습니다. Axis 레이더는 거리와 속도를 동시에 측정할 수 있는 레이더 유형인 FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave):

주파수 변조 연속파) 레이더입니다. 해당 제품은 시선 속도(레이더와 가까워지거나 멀어지는 방향을 가리키는 객체의 속도 구성 요소)를 측정하고 이를 사용하여 실제 속도를 계산합니다.

3.2 RCS(레이더 반사 단면적)

객체의 레이더 가시성은 해당 레이더 반사 단면적(RCS)에 의해 결정됩니다. 이는 객체의 크기, 모양 및 재질에 관한 정보에서 계산할 수 있는 수치이며, 궁극적으로 객체가 레이더에 나타나는 크기를 결정합니다. 인간의 RCS는 일반적으로 0.1 m² 및 1 m² 사이로 다양하지만, 이 값은 찌부러진 캔의 전형적인 RCS이기도 하며 실제로 훨씬 작으나 레이더에서는 더 잘 보입니다. 단, RCS가 m² 단위로 측정되어도 그 값은 실제 면적과 일치하지 않을 뿐, 같은 값이라고 가정됩니다.

표 3.1 일반적인 레이더 반사 단면적입니다.

객체	레이더 반사 단면적
곤충	0.00001 m ²
새	0.01 m ²
사람	0.1 - 1 m ²
찌부러진 금속 캔	0.1 - 1 m ²

4 감시에 레이더를 사용하는 이유

레이더는 예를 들어 영상 카메라와는 완전히 다른 기술을 기반으로 감시를 구현합니다. 레이더는 영상 카메라, 열상 카메라, 혼 스피커 및 PIR(수동 적외선) 모션 디텍터가 포함된 보안 시스템에 통합하거나 독립형으로 사용할 수 있습니다. 단독으로 사용하거나 오디오 장치와 함께 사용하면 사생활을 보호하는 비시각적 유형의 감시가 가능합니다.

4.1 가시성이 낮은 상황에서도 안정적 작동

시각적 효과를 무시할 수 있으므로 레이더는 예컨대 안개처럼 가시성을 제한하는 기상 현상의 영향을 받지 않습니다. 또한, 레이더는 강렬한 역광이나 심지어 완전한 암흑 속처럼 열악한 조명이나 저조도에서 잘 작동합니다. 그러한 조건에서 레이더는 비디오 감시에 대한 매우 유용한 보완책이 될 수 있습니다. 분석 기능이 있는 열상 카메라로도 그 작업을 수행할 수 있지만, 레이더는 더 저렴한 비용으로 더 많은 객체 정보를 제공하고 더 넓은 영역에 걸친 감지를 가능하게 합니다.

4.2 낮은 허위 알람 발생률

감시에서는 어떤 실제 사건도 놓치지 않으면서 허위 알람의 수를 제한하는 것이 기본입니다. 예를 들어 보안 직원에게 직접 알람이 가는 상황에서는 허위 알람 발생률을 매우 낮게 가져가야 합니다. 허위 알람이 지나치게 많으면 보안 직원은 해당 시스템에 대한 신뢰를 잃고 결국 실제 알람을 해제할 수도 있습니다.

다른 유형의 모션 디텍터 또는 비디오 분석에서 비롯되는 알람은 비디오 녹화를 트리거하거나, 사전 녹음된 오디오 메시지를 트리거하여 원치 않는 행동을 막거나, 관제실 운영자에게 직접 경고를

보내도록 설정되는 것이 보통입니다. 비디오 녹화의 경우 허위 알람 발생률이 높으면 많은 비디오가 녹화됩니다. 모든 녹화를 보관할 저장 공간이 충분하지 않거나 알람이 트리거된 모든 녹화를 검색하는 데 너무 많은 리소스가 필요한 경우 문제가 될 수 있습니다. 사전 녹음된 오디오의 허위 알람 발생률이 높으면, 억제 계수가 크게 감소할 위험이 있습니다.

레이더는 다음과 같이 원인에 따라 허위 알람을 제거하거나 최소화할 수 있습니다.

- **시각적 효과.** 비디오 모션 디텍터는 감시 장면에서 설정된 픽셀 변화량에 따라 모션을 등록합니다. 충분한 수의 픽셀이 이전과 다르게 보일 때 디텍터는 이를 모션으로 해석합니다. 하지만 픽셀 변화만 염두에 두고 관찰하는 경우 전적으로 시각적 현상에 기인한 많은 알람이 많아집니다. 대표적인 예는 움직이는 그림자나 광선입니다. 레이더는 레이더 반사 단면적이 제공되지 않는 그러한 시각적 효과를 무시하며, 물리적인 객체의 움직임만 감지합니다.
- **긁은 날씨.** 비와 눈은 비디오 기반 디텍터의 시계를 심각하게 제한할 수 있는 한편, 레이더 신호는 영향을 덜 받습니다.
- **곤충 또는 빗방울.** 비디오 모션 디텍션을 사용하면 매우 작은 객체가 카메라에 매우 가까이 있을 때 허위 알람이 발생할 수 있습니다. 카메라 렌즈에 내려앉은 빗방울과 곤충이 대표적인 예입니다. 곤충은 불빛에 이끌리기 때문에 영상 감시에 야간 투시용 적외선 조명을 함께 사용하면 특히 곤충이 문제가 될 수 있습니다. 레이더는 장치에 매우 가까운 객체를 무시하도록 설계될 수 있으므로 이러한 허위 알람의 발생원은 사라지게 됩니다. 비디오 사용 시, 이는 꿈조차 못 풀 일입니다.

4.3 통합 분석

Axis 레이더를 사용하면 추가 분석이 필요하지 않습니다. 객체의 감지, 추적 및 분류는 레이더 장치에 모두 통합되었습니다.

4.4 프라이버시가 있는 감시

감시 카메라는 개인의 사생활을 침해하는 것으로 인식될 수 있습니다. 이를 설치하려면 당국의 허가를 받거나 비디오로 촬영된 모든 사람의 개인 동의를 필요할 수 있습니다. 일부 지역에서는 비시각적 레이더 감지가 더 나은 옵션입니다. 보호를 강화하려면, 레이더가 작동할 때 경고 오디오 메시지를 재생하는 네트워크 스피커와 레이더를 결합할 수 있습니다.

5 Axis 레이더

Axis 레이더는 독립형 감지기로 사용할 수도 있지만, 장면을 시각적으로 볼 수 있는 카메라와 함께 사용할 수도 있습니다. Axis 레이더는 어려운 조건에서 감지를 개선하고 허위 알람을 최소화 할 수 있는 실외 설치에 권장됩니다. 또한, 고급 추적 알고리즘과 이에 따라 제공되는 위치 및 속도 정보를 바탕으로 레이더는 보안 시스템에 새 기능을 추가할 수 있습니다.

Axis 레이더는 가로막은 것이 없는 개방된 영역을 모니터링합니다. 이는 일반적으로 산업 자산이나 지붕과 같이 울타리를 친 구역이거나 근무 시간 이후 활동이 예상되지 않는 주차장일 수 있습니다.

5.1 일반적인 특징 및 기능

Axis 레이더는 Axis 카메라와 많은 기능을 공유합니다. 예를 들어 레이더는 보안 시스템에서 카메라로 취급될 수 있습니다. 이는 주요 VMS(영상 관리 시스템) 및 일반 비디오 호스팅 시스템과 호환됩니다. Axis 카메라와 마찬가지로 Axis 레이더는 다른 플랫폼에서 통합을 가능하게 하는 Axis 개방형 VAPIX® 인터페이스를 지원합니다.

Axis 카메라와 마찬가지로 Axis 레이더는 감지 시 다른 동작을 트리거하도록 설정될 수 있습니다. 예를 들어 방범의 경우 통합 릴레이를 사용하여 LED 투광 조명을 켜거나, 혼 스피커에서 오디오를 재생하거나, 비디오 녹화를 시작하고 보안 담당자에게 경고를 보낼 수 있습니다. 분류 기능을 사용하면 감지된 객체가 예컨대 사람이나 차량으로 분류되었을 때만 이 룰이 적용되게 할 수 있습니다.

객체가 움직이는 위치를 보다 쉽게 보려면 레이더에서 커버하는 구역을 보여 주는 항공 사진 또는 지면 배치도 등의 참조 맵을 업로드합니다.

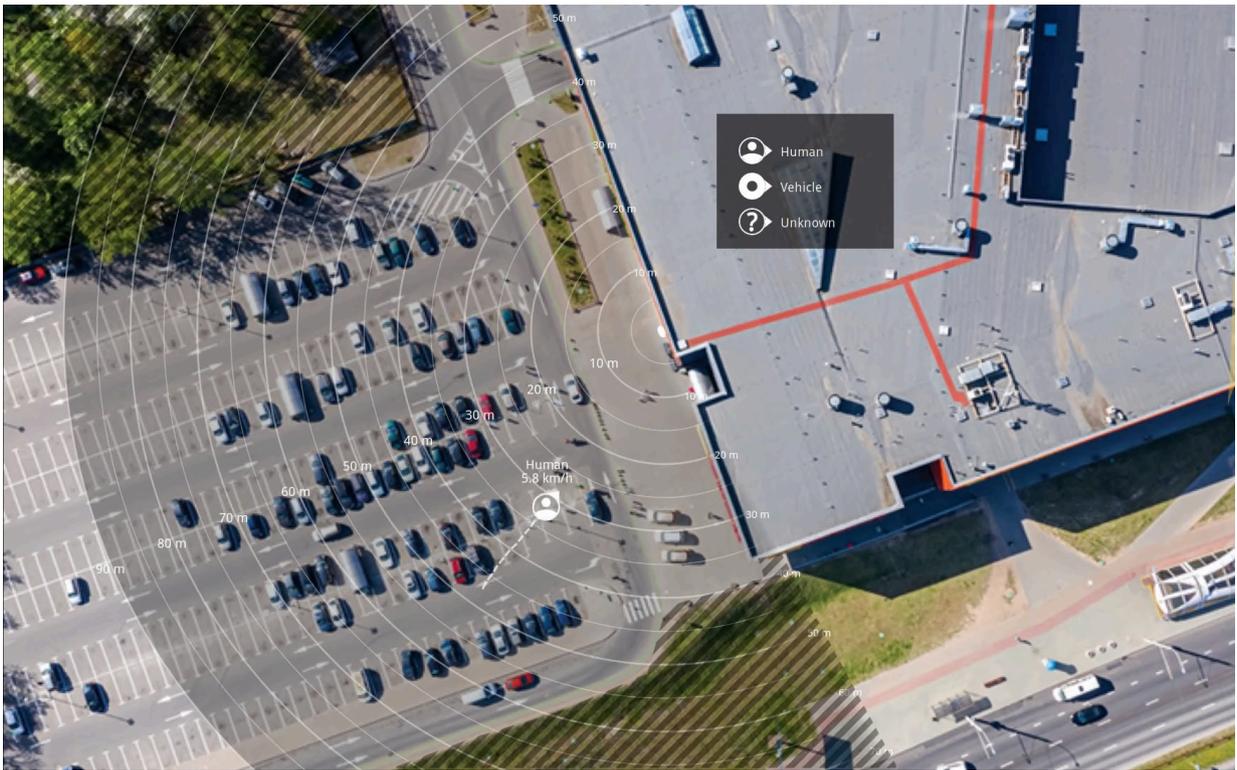


Figure 2. 장면의 참조 이미지가 포함된 Axis 레이더 사용자 인터페이스의 스크린샷입니다.

레이더는 지속적으로 업데이트되는 위치 추적 정보를 제공합니다. 이는 위치와 속도 같은 레이더 특정 정보가 확장으로 추가된 ONVIF 사양을 따르는 오픈 메타데이터 스트림을 통해 이루어집니다. 타사 개발자는 예컨대 크로스 라인 디텍션 또는 속도 모니터링과 같은 자체 애플리케이션을 만드는 데에 이 정보를 사용할 수 있습니다. 또한, 레이더 장치의 위치 정보 및 방위를 추가하여 오버뷰 이미지 또는 지도에서 실시간으로 감지를 더 원활히 시각화할 수 있습니다.

속도와 거리에 대한 정보로 인해 레이더는 속도와 객체가 특정 영역을 통과하는 방식에 따라 필터링하는 기능도 제공합니다.

5.2 일반적인 사용

레이더는 최적화된 감지 또는 억제를 위해 다른 장치와 결합되는 경우가 많습니다. 일반적인 레이더 사용에는 다음이 포함됩니다.

- **레이더와 카메라로 감지 및 육안 확인.** 알람의 원인을 효율적으로 확인하거나 개인을 식별할 수 있게 하려면 비디오 카메라로 장면을 모니터링해야 합니다. 이 사용 사례의 경우 레이더-비디오 융합 카메라를 대신 사용하여 더 나은 감지, 분류 및 시각화를 제공할 수 있습니다.
- **PTZ 오토트래킹.** Axis 레이더는 PTZ(팬-틸트-줌) 오토트래킹에 사용될 수 있습니다. 이 경우, 레이더에 의한 감지는 연결된 PTZ 카메라를 자동으로 트리거하여, 감지된 객체를 정확히 찾아 추적하고 시각적 세부 정보를 제공합니다. 레이더가 객체의 정확한 지리적 위치를 제공하기에 오토트래킹 기능이 제대로 작동할 수 있습니다. Axis는 에지 기반 및 서버 기반 오토트래킹을 모두 제공합니다. 서버 기반 기능을 사용하면 다른 곳에 배치된 여러 PTZ 카메라와 레이더를 결합할 수 있습니다.
- **레이더와 열상 카메라로 경계 구역 보호.** 경계 구역에서 열상 카메라를 사용하여 제한 구역을 보호할 수 있으며, 여기에 레이더를 더해 보완하면 제한 구역에 들어온 침입자를 추적할 수 있습니다. 이 설정은 열상 카메라의 좁지만 긴 감지 영역과 레이더의 넓은 감지 영역의 비용 효율적인 조합을 제공합니다.
- **사생활 보호를 유지하면서 감지 및 억제.** 레이더와 네트워크 혼 스피커가 설치된 시스템에서는, 레이더가 감지한 침입자를 오디오 메시지로 효율적으로 제지할 수 있습니다.
- **교통 속도 및 운전자 피드백.** 레이더를 사용하여 과속 차량을 감지할 수 있습니다. 구성 및 최고 속도는 사용자 설명서를 확인하십시오. 레이더를 디지털 속도 표지에 연결하여 지나가는 차량의 속도를 표시할 수 있습니다. 이러한 속도 표지는 운전자에게 피드백을 제공하고 운전자가 속도를 줄이도록 유도하는 데 매우 효과적입니다.
- **교통 통계.** 레이더는 차량 수를 계수하고 차량 속도와 차량 방향에 대한 교통 통계를 수집할 수 있습니다. 카메라와 AXIS Speed Monitor를 사용하면 통계를 시각화하여 모니터링되는 도로의 상태와 안전에 대한 실행 가능한 인사이트를 얻을 수 있습니다.

5.3 영역 모니터링 및 도로 모니터링

Axis 레이더는 가로막은 것이 없는 개방된 영역을 모니터링합니다. 영역 모니터링이나 도로 모니터링에 Axis 레이더를 사용할 수 있습니다. 레이더에는 각 시나리오에 대한 성능을 최적화하기 위한 두 가지 프로파일이 있습니다.

영역 모니터링 프로파일은 저속으로 움직이는 객체에 최적화되어 있습니다. 이 프로파일을 사용하면 객체가 사람인지, 차량인지 또는 알려지지 않은 것인지 감지할 수 있습니다. 이러한 객체가 감지될 때 작업을 트리거하도록 규칙을 설정할 수 있습니다.

도로 모니터링 프로파일은 교외 도로 및 고속도로에서 고속으로 주행하는 차량을 추적하는 데 최적화되어 있습니다.

프로파일 및 각 속도 사양에 대한 자세한 내용은 각 레이더의 사용자 설명서를 참조하십시오.

5.4 시나리오 및 제외 영역

모션을 감지할 위치를 결정하기 위해 여러 영역을 추가할 수 있습니다. 다른 영역을 사용하여 다른 작업을 트리거할 수 있습니다. 두 가지 유형의 영역이 있습니다.

시나리오(앞에서 포함 영역이라고 부름)는 움직이는 객체가 규칙을 트리거하는 영역입니다. 기본 시나리오는 레이더가 커버하는 전체 영역과 일치합니다. 장면의 다른 부분에 대해 다른 규칙을 생성하려는 경우 시나리오를 추가할 수 있습니다. 시나리오를 추가할 때 영역에서 움직이는 객체에 대해 트리거할지, 아니면 하나 또는 두 개의 선을 가로지르는 객체에 대해 트리거할지 선택할 수 있습니다.

제외 영역은 움직이는 객체가 무시되는 영역입니다. 시나리오 내에 원하지 않는 알람을 많이 트리거하는 영역이 있는 경우 제외 영역을 사용할 수 있습니다.

5.4.1 제외 영역으로 불필요한 반사 처리

금속과 같이 반사되는 재료로 만들어진 객체는 레이더의 성능을 방해할 수 있습니다. 반사로 인해 허위 감지가 발생할 수 있으며, 이는 실제 감지와 구분하기 어려울 수 있습니다.

바쁜 거리나 나뭇잎이 흔들리는 나무나 덩불이 있는 지역과 같이 움직이는 객체가 많은 지역에서도 원치 않는 감지가 발생할 수 있습니다.

레이더의 웹 인터페이스에서 제외 영역을 추가하여 원치 않는 감지를 방지할 수 있습니다. 레이더는 정의된 제외 영역 내에서 움직이는 모든 객체를 무시합니다.

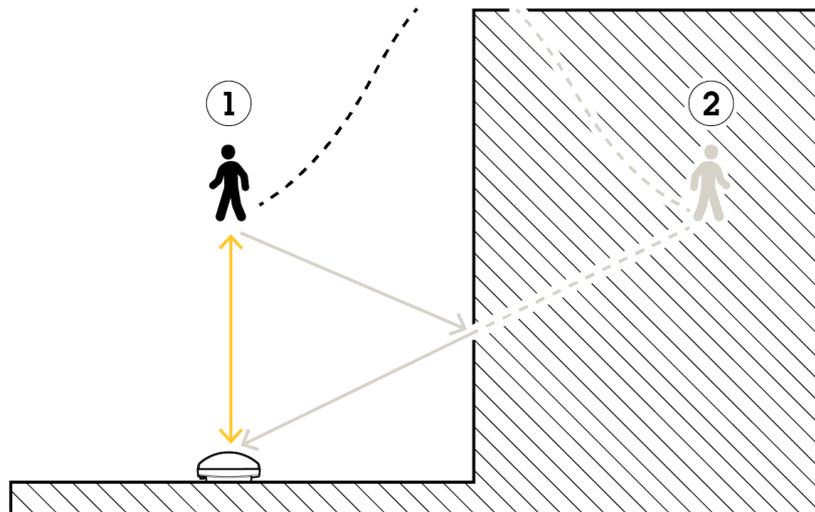


Figure 3. 레이더의 범위에 벽이나 그와 유사한 객체가 있으면 반사로 허위 감지(2)가 일어나 실제 감지(1)와 구별하기 어려울 수 있습니다. 이 예에서는 벽 주위에 제외 영역을 추가하여 문제를 최소화할 수 있습니다.

5.5 감지 범위 및 다중 레이더 사용

감지 범위는 감지할 객체의 유형에 따라 다릅니다. 장면 지형과 레이더의 장착 높이 및 기울기에 따라서는 달라집니다. 여러 대의 레이더를 설치하여 각 레이더의 지정된 감지 영역보다 넓은 영역을 감시할 수 있습니다.

전자파 간섭을 피하려면 동일한 공존 영역 내에서 허용되는 최대 인접 레이더 수를 초과하지 않아야 합니다. 간섭은 레이더 성능에 부정적인 영향을 미칠 수 있습니다. 간섭 문제는 동일한 공존 영역 내의 레이더 수에 따라 증가하지만, 환경 그리고 울타리, 건물 또는 인접 레이더에 대한 레이더 방향에 따라서는 달라집니다. 동일한 공존 영역 내에서 허용되는 최대 인접 레이더 수를 초과하는 경우, 인접 레이더를 서로 멀리 떨어뜨려야 합니다. Axis 레이더에는 간섭을 최소화하기 위해 활성화 할 수 있는 공존 옵션도 있습니다.

각 레이더의 간섭을 최소화하고 커버리지를 최대화하기 위한 범위 사양 및 설치 방법은 해당 설치 가이드 및 사용자 설명서를 참조하십시오. AXIS Site Designer를 사용하여 레이더 배치 및 커버리지를 계획할 수도 있습니다.

5.6 추적과 분류

객체의 감지, 추적 및 분류가 모두 레이더에 통합되었으며, 추가 분석 애플리케이션이 필요하지 않습니다. Axis 레이더는 반사된 신호의 위상 편이와 주파수 편이를 측정하여 이동 중인 객체의 위치, 속도, 방향 및 크기에 관한 데이터를 얻습니다.

그런 다음, 데이터는 감지된 객체를 추적 및 분류하는 레이더의 고급 신호 처리 알고리즘에 의해 처리됩니다. 시스템은 각 객체를 나타내기 위해 반사 데이터를 클러스터로 그룹화하고 클러스터가 연속적인 시간 프레임에 이동하여 트랙을 형성하는 방법에 대한 정보를 수집합니다. 모션 패턴의 수학적 모델을 적용하고 데이터를 "필터링"한 후 알고리즘은 객체가 어느 범주에 속하는지(예: 사람 또는 차량)를 결정할 수 있습니다. 기존의 머신 러닝과 딥 러닝 방법을 결합한 분류 알고리즘은 인간, 차량 및 다양한 동물에서 비롯된 레이더 시그니처의 큰 데이터 집합을 사용하여 학습되었습니다. 사용자에게 의한 학습이 더는 필요하지 않습니다.

적용된 수학적 모델도 예컨대 레이더가 프레임을 놓치는 경우 혹은 객체가 짧은 시간 동안 보이지 않는 경우처럼 필요에 따라 객체 위치를 예측할 수 있습니다. 따라서 레이더는 추적 알고리즘에 의해 더 강력해져 노이즈 및 잘못된 측정이 발생해도 제 기능을 계속합니다.

5.7 고려 사항

모든 감지 기술이 그렇듯, Axis 레이더의 성능이 최적의 상태에 미치지 못할 수 있는 상황은 있습니다. 다음을 비롯한 여러 상황이 알려졌습니다.

- **한 자리에 고정된 객체가 흔들거리면 허위 감지가 발생할 수 있습니다.** 레이더는 일반적으로 바람에 흔들리는 나무, 덩굴, 깃발을 필터링으로 걸러낼 수 있지만, 바람이 많이 부는 날이거나 돌풍이 일면 필터링 알고리즘으로는 부족할 수 있습니다. 이 문제가 있는 경우, 대신 전체 영역을 제외할 수 있습니다.
- **초목은 매우 느리게 움직이는 객체의 감지 효율성을 제한할 수 있습니다.** 주어진 범위와 속도에서 레이더는 하나의 객체만 감지할 수 있습니다. 즉, 예를 들어 한 방향 50 m 거리에

서 천천히 흔들리는 나무들이 모여 있으면 다른 방향 50 m 거리에서 천천히 움직이는 사람의 움직임을 감지하지 못할 수 있습니다.

- **분주한 환경에서는 허위 감지가 발생할 수 있습니다.** 차량과 건물 같은 반사체가 많은 장면에서 레이더 신호의 다중 반사로 인해 허위 감지가 발생할 수도 있습니다.
- **둘 이상의 움직이는 사람이나 객체가 한 사람이나 하나의 객체로 잘못 분류될 수 있습니다.** 레이더에서는 일반적으로 물체가 적어도 3 m(10 ft) 이상 떨어져 있어야 별개의 객체로 구별됩니다.
- **교통 사용 사례의 경우 사용 중인 장치 및 프로파일의 속도 제한을 확인하십시오.** 추적 알고리즘은 데이터시트에 나열된 최고 속도보다 낮은 속도를 처리하도록 설계되었습니다. 더 빠르게 움직이는 객체를 놓치거나 잘못된 각도로 감지할 수 있습니다.

5.8 EMF 안전

전자기장(EMF)을 방출하는 무선 장비 제조업체는 제품의 안전을 보장하기 위해 엄격한 국제 표준 및 규정을 준수해야 합니다. 여기에는 24 GHz 또는 60 GHz 주파수 대역에서 작동하는 Axis 레이더가 포함됩니다. 이 대역의 장치는 라이선스가 필요하지 않지만, Axis는 독립 테스트 및 인증 서비스 제공업체가 수행한 평가를 사용하여 전자기장에 대한 인체 노출에 관한 현지 및 국제 규정을 준수하는지 확인합니다.

전자기장 노출 제한은 광범위한 의학 연구를 바탕으로 전자기장 방출 기기의 안전한 작동을 보장하기 위해 설정되었습니다. 많은 국가에서 국제비전리방사선보호위원회(ICNIRP)¹에서 정한 가이드라인을 채택하고 있으며, 미국은 연방통신위원회(FCC)²에서 시행하는 유사한 제한을 따릅니다. 이러한 제한은 건강에 대한 부정적인 영향이 관찰되는 수준보다 훨씬 낮은 안전 여유를 두고 보수적으로 설정되어 있습니다.

Axis 레이더는 이러한 안전 한도 내에서 작동합니다. 정상 작동 시 방출량은 규정된 기준치보다 상당히 더 낮기 때문에, 방사선 안전에 대한 우려 없이 동일한 사이트에서 여러 대의 레이더를 안전하게 사용할 수 있습니다.

Axis 레이더는 표준 Wi-Fi® 라우터의 전력 출력과 비슷한 100 mW 미만의 전력을 전송합니다. 전력 밀도는 역제곱 법칙을 따르므로, 소스에서 멀어질수록 전력 밀도가 급격히 감소합니다. 따라서 불과 몇 센티미터의 짧은 거리에서도 Axis 레이더의 전력 밀도는 이미 전자파 노출 한도보다 훨씬 낮습니다.

Axis는 최적의 안전을 위해 레이더에서 최소 20 cm(~7.9인치)의 거리를 유지할 것을 권장합니다. 이 거리에서 전력 밀도는 0.2 W/m²에 불과하여 ICNIRP와 FCC에서 정한 공공 노출 한도인 10 W/m²보다 훨씬 낮습니다. 이 권장 한도를 준수하면 레이더 주변에 있는 사람들을 더욱 안전하게 보호할 수 있습니다.

¹ 전자기장 노출 제한을 위한 ICNIRP 지침(100 kHz ~ 300 GHz),
<https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPrfgdl2020.pdf>

² 무선 주파수 방사선의 환경 영향 평가를 위한 FCC 가이드라인,
<https://www.fcc.gov/document/guidelines-evaluating-environmental-effects-radiofrequency>

6 감시 기술 비교

모든 설치에 이상적인 단일 기술은 존재하지 않습니다. 이 표는 여러 가지 요소를 고려하여 레이더를 비롯한 감시 기술을 비교한 내용을 보여 줍니다.

표 6.1 감지 및 영역 보호 내 제품 비교.

	Axis 레이더	모션 감지 기능이 있는 감시 카메라	분석 기능이 있는 열상 카메라
범위/영역	중간/광역	단거리/광역	장거리/협역
조명 필요	아니요	예	아니요
허위 알람 발생률	낮음	높음	낮음
비용(Cost)	중간	낮음	높음
객체 정보	감지, 위치, GPS 좌표, 속도, 거리, 이동 각도	감지, 인식, 식별	감지, 인식

비교에서 알 수 있듯이 레이더 감시는 다른 기술과 비교하여 위치와 속도를 비롯해 여러 가지 유형의 객체 정보를 제공합니다. 하지만 모든 기술에는 저마다 다른 특유의 강점과 한계가 있으므로 최적의 감시를 위해서는 두 가지 이상의 기술을 결합하고 서로 보완 관계를 이루게 하는 것이 바람직합니다.

Axis Communications 정보

Axis는 보안 및 새로운 비즈니스 성과를 개선하기 위한 솔루션을 창조하여 더 스마트하고 안전한 세상을 가능하게 합니다. 네트워크 기술 회사이자 업계 리더인 Axis는 비디오 감시, 접근 제어, 인터콤, 오디오 시스템 솔루션을 제공합니다. 이러한 솔루션은 지능형 분석 애플리케이션으로 향상되고, 고품질 교육의 지원을 받습니다.

Axis에서는 50개 이상의 나라에 약 4,000명의 전담 직원이 있으며 전 세계 기술 및 시스템 통합 파트너와 협력하여 고객 솔루션을 제공합니다. Axis는 1984년에 설립되었으며 본사는 스웨덴 룬드에 있습니다