**Konum/Açı — AIS Konumunu Görüntü Düzlemine Projeksiyon**

**Adımlar:**

1. **Referans sistemi belirle:**
   * Kendi geminin GNSS konumu ve yönü (heading) “orijin” olsun.
   * AIS hedefinin lat/lon bilgisini yerel ENU (East‑North‑Up) koordinat sistemine çevir.
2. **Göreceli konum → açıya çevir:**
   * ENU’daki hedef vektöründen **azimut** (yatay açı) ve **elevasyon** (dikey açı) hesapla.
3. **Kamera dış parametreleri ile hizala:**
   * Kameranın gemiye göre konumu ve yönü biliniyorsa (yaw, pitch, roll), bu açıları kamera referansına dönüştür.
4. **Kamera iç parametreleri ile piksele çevir:**
   * Odak uzaklığı, optik merkez ve distorsiyon katsayılarını kullanarak azimut/elevasyonu (u,v)(u,v) piksel koordinatına dönüştür.
5. **Beklenen konumu çiz:**
   * Elde ettiğin piksel koordinatını görüntü üzerinde merkez olarak işaretlersin; bu “beklenen konum” kapısının merkezi olur.

Bu işlem için temel matematik “pinhole camera model” + dönüşüm matrisleri.

**Boyut — AIS’ten Gelen Veriler ve Piksele Ölçekleme**

**AIS boyut bilgisi:**

* **A, B, C, D**: AIS mesajında (statik veri, Tip 5) gemi GNSS anteninden prova/pupa/iskele/sancak kenarına kadar olan mesafeler metre cinsinden gelir.
  + **Uzunluk:** A+BA + B
  + **Genişlik:** C+DC + D
* Bazı cihazlar bu alanları doldurmaz; o zaman veri yoksa tip/IMO ile tahmin yapılır.

**Görüntüde ölçeklendirme:**

1. Menzili RR biliyorsun (GNSS’ten).
2. Kamera odak uzaklığı (f, piksel) ile perspektif projeksiyon uygula:

piksel boyu≈f⋅Lgerc¸ekR\text{piksel boyu} \approx \frac{f \cdot L\_{\text{gerçek}}}{R}

Burada Lgerc¸ekL\_{\text{gerçek}} AIS’ten gelen uzunluk veya genişlik.

1. Bounding box’tan ölçtüğün piksel boyu ile karşılaştır.
2. Oransal fark → boyut skoru olarak maliyet matrisine girer.

**Gemi Tipi ↔ Renk İlişkisi**

* **Kesin kural değil:** Tip ve renk arasında istatistiksel eğilimler var (ör. konteyner gemileri genelde koyu gövde, beyaz üst yapı; yolcu gemileri genelde tamamen beyaz).
* Ancak, boyama şirket/armator tercihine bağlı; tip → renk eşleşmesi güvenilir tek başına kriter olamaz.
* Bu yüzden renk analizi “yardımcı” bir özellik; asıl belirleyici konum/açı, boyut, yön gibi geometrik veriler olmalı.

**Doku/Şekil Embedding nedir?**

* **Embedding:** Bir görüntü parçasını (ör. gemi bounding box’ı) sayısal bir **özellik vektörüne** dönüştürmek.
* Bu vektör, CNN gibi derin öğrenme modelinden çıkarılan, nesnenin renk, doku, şekil özelliklerini kompakt biçimde saklayan çok boyutlu bir sayı listesi.
* İki embedding’in birbirine **yakın** olması, görsel olarak benzer oldukları anlamına gelir.

**Kosinüs Benzerliği Nasıl İşe Yarar?**

* **Tanım:** İki vektör arasındaki açıyı ölçer; yön benzerliğine bakar, büyüklükten bağımsızdır.
* 1’e yakınsa **çok benzer**, 0 civarı **ilişkisiz**, -1 ters yönlü (embeddinglerde nadir).
* Renk/doku karşılaştırmada büyüklük yerine “desen” benzerliği aradığımız için uygundur.

**1. Zaman boyutunu daha fazla kullan**

* **Kısa vadeli izleme:** Deep SORT, ByteTrack veya Kalman filtresi ile görseldeki hedefleri kareler boyunca takip et.
* **AIS track history:** AIS konumlarını da zaman serisi olarak saklayıp öteleyerek “hareket tahmini” yap.
* Görsel track + AIS track’i birlikte güncelleyip eşleşmeyi pekiştir.

**2. Daha akıllı skor birleştirme**

* Her özelliğin (konum, boyut, yön, renk, hareket) kendi **güven katsayısı** olsun; eksik ya da düşük güvenli alanlarda ağırlığı otomatik düşür.
* Skorları tek kare yerine **zaman penceresi ortalaması** ile değerlendir; anlık gürültü hataları azalır.

**3. Gelişmiş özellik çıkarımı**

* **Siluet yönü**: Geminin baş/kıç tarafını anlamak için derin öğrenme tabanlı oryantasyon sınıflandırıcı ekle.
* **Renk/biçim embedding**: Renk histogramı yanında CNN tabanlı görsel özellik vektörleri çıkar; gemi tipleri arasında ayırt gücü artar.
* **Yapısal ipuçları**: Direk, köprü üstü, konteyner bloğu gibi tipik şekilleri algılamak.

**4. Öğrenen eşleştirme modeli**

* Çeşitli senaryolardan etiketlenmiş “doğru–yanlış eşleşme” örnekleri toplayıp bir ML modeli (Random Forest, XGBoost, küçük MLP) eğit.
* Girdi: Her eşleşme adayının özellik vektörü.
* Çıktı: “eşleşme olasılığı”.
* Model, manuel seçtiğin eşiklerden daha iyi genelleme yapabilir.

**5. Bağlamsal filtreler**

* AIS’teki **gemi tipi**, **navigasyon durumu**, **rota** gibi bilgilerle adayları filtrele.
* Örn: “Demirde” görünen bir hedefi 20 knot’la giden bir görsel track’le eşleştirme.

**6. Çoklu kamera / sensör entegrasyonu**

* Birden fazla kamera varsa, AIS hedefinin tüm FOV’larda beklenen konumunu hesaba kat.
* Tek kamera görüşü kısıtlıysa radar gibi başka sensörden ek doğrulama yap.

**7. Belirsizlik ve karar erteleme**

* Her eşleşmeye bir güven skoru ver; düşük skorda “beklemede” tut ve sonraki karede daha net veri geldiğinde karar ver.
* Bayesçi çerçeve veya JPDA gibi olasılıksal izleyicilerle belirsizlikleri açıkça modele dâhil et.

ilk aşamalarda ais verisi için marinetraffic veya vesselfinder gibi sitelerden veri çekilebilir.