

Collision Avoidance System

Tunahan Karyağdı
İbrahim Uysal

April 24, 2024

1 Özet

Bu raporun kapsamı, bir geminin kıyı, nesne ve diğer gemilerle çarpışmaların tespiti ve çarpışmadan kaçınmak için kaçış manevralarının Havelsan MAIN tarafından belirlenmesidir.

2 Ön Bilgi

Denizde yaşanan gemi kazalarının %59 kadarı insan faktöründen kaynaklı gerçekleşmektedir. Bu kazalar zaman zaman kıyı şeridinde, kara parçasına ve diğer gemilerle gerçekleşmektedir. Gemilerin çarpışmasının önlemek adına belirlenen manevralar "Denizde Çatışmayı Önleme Tüzüğü"nde (COLREG) belirtilmiştir. Sivil havacılık sektöründe bu durum çarpışma ihtimali olan her iki uçağa otomatik bir şekilde birini alçalma diğerine yükselme talimatı vererek çarpışmayı önleyen bir sistem tarafından yönetilmektedir. Fakat havacılık sektörüne nazaran daha manuel ilerleyen bu süreç deniz trafiğinin yoğun olduğu bölgelerde kazaya sebebiyet verebilmektedir.

3 Çarpışmadan Kaçınma Sistemi

Çarpışmadan kaçınma sisteminde, her gemi için sürekli olarak manevraları hesaplamak yerine adım adım filtre uygulanır. Böylelikle gereksiz hesaplama işlemi yapılmamış olur.

3.1 Mesafe Filtresi

Çarpışma önleme öncesi filtre sistemlerinden ilki olan Mesafe Filtresi iki temel parametreye sahiptir. Bunlar uzaklık ve zamandır.

$$Distance \leq 6L \quad (1)$$

$$Time \leq 10min \quad (2)$$

L geminin uzunluğunu ifade etmektedir. Geminin uzunluğunun altı katından yakınsa ve 10 dakikadan daha kısa mesafede ise bu gemiler ilk filtreden başarılı şekilde geçip diğer filtreler için değerlendirmeye alınır.

3.2 Çarpışma Riski Tanımlama

Geminin konum, hedef liman, ağırlık, yük tipi ve hızı gibi OSINT verilerine göre bu geminin ilk filtreden geçen diğer gemi/ler ile çarpışma ihtimalleri üzerine bir gelecek tahmini yapılır. Olası bir çarpışma durumuna karşın diğer aşamaya geçilir.

3.3 Çarpışmadan Kaçınma Manevrası

Gemilerin, çarpışma ihtimalinde çarpışmayı engellemek veya hasarı en aza indirmek için, olası çarpışmanın meydana geldiği yerdeki manevra talimatlarına uyarak yapması gereken manevralar GPS koordinatı olarak yapay zeka modeli tarafından belirlenir.

4 Destek

İlk filtrenin takibe aldığı gemiler Kıyı Güvenliği sisteminde işaretlenir. Sonraki adımda işaretli gemilerin kaza ihtimali bulunduğu takdirde, Kıyı Güvenliği sistemine olay ve gemilere ait bilgiler ilgili görevlilere sunulur. Çarpışma kaçınma sistemi, GPS noktası olarak belirlediği manevraları MAIN LLM'e aktararak gemiler için gerekli manevra komutlarını oluşturur. Kıyı Güvenliği yetkilileri tarafından bu komutlar incelenerek gemilere aktarılır.

5 Askeri

Bu proje ticari kullanımının yanı sıra askeri projelerde de uygulanabilir. Bunlar;

5.1 Deniz Güvenliği ve Savunma

Deniz güvenliği ve savunma, askeri gemilerin güvenliğini sağlamak ve denizlerdeki stratejik bölgeleri korumak için kritik öneme sahiptir. Gemilerin konum, hız, rotaları ve çevrelerindeki diğer gemilerle ilişkileri, deniz güvenliği için belirleyici unsurlardır. Bir proje, bu verileri analiz ederek aşağıdaki gibi deniz güvenliği ve savunma alanlarında fayda sağlayabilir:

1. Tehdit Tespiti ve Analizi: Gemilerin konum ve hareket verilerini analiz ederek, olası tehditleri belirleme. Örneğin, gemilerin belli bir bölgede beklenmedik manevralar yapması veya belirli bir rotadan sapması durumunda potansiyel bir tehdidin varlığına işaret edebilir. Bu veriler, askeri yetkililerin potansiyel tehditleri daha hızlı tespit etmesine ve bunlara karşı önlem almasına yardımcı olabilir.

2. Rota Optimizasyonu ve Kaçınma Stratejileri: Gemilerin rotalarını optimize etmek ve riskli bölgelerden kaçınmak için veri analizi. Özellikle, belirli bir bölgede artan tehlike veya çatışma riski varsa, gemilerin rotalarını değiştirerek güvenliğini artırmak mümkün olabilir.
3. İzleme ve Gözetim: Düşman veya şüpheli gemilerin izlenmesi ve gözetimi. Gemilerin konum ve hareket verileri, düşman gemilerinin faaliyetlerini izlemek ve gerektiğinde karşı önlemler almak için kullanılabilir.

Bu tür bir proje, askeri güçlerin denizlerdeki varlığını korumak ve potansiyel tehditlere karşı etkili bir şekilde yanıt vermek için önemli bir araç olabilir.

6 Rakipler

Bu projede, pazardaki rakipler genellikle çarpışma önleme işlevini gemiye eklenen aparatlar aracılığıyla gerçekleştiriyorlar. Bu aparatlar genellikle radar veya lidar gibi sensörler kullanarak çalışıyor ve geminin yakınındaki nesneleri algılayarak çarpışma riskini azaltmaya çalışıyorlar. Ancak, bu yöntemler bazı sınırlamaları beraberinde getiriyor; örneğin, mesafe ve çözünürlük gibi limitler söz konusu olabiliyor.

Bizim bu projede farklılaştığımız nokta ise gemilerde değil, boğazlar ve kıyı bölgelerine yerleştirilen donanımların ve açık kaynak istihbaratı (OSINT) verilerinin kullanılmasıdır. Bu yaklaşım, tek bir gemiye odaklanmak yerine, belirli bir bölgedeki tüm gemiler için çarpışma önleme işlevini gerçekleştirmeyi amaçlar. Bu şekilde, gemiler arasındaki çarpışma riski daha etkin bir şekilde azaltılabilir ve deniz trafiği daha güvenli hale getirilebilir.

7 Modeller

1. **iPLAN:** Çarpışma önleme sistemleri için bir yapay zeka modelidir ve normal araç sürücülerinin sürüş profillerine dayanarak çalışır. İşlevsel olarak, iPLAN modeli, sürücülerin araçlarını nasıl kullandıklarını anlamak ve bu bilgileri kullanarak çarpışma riskini değerlendirmek için tasarlanmıştır.

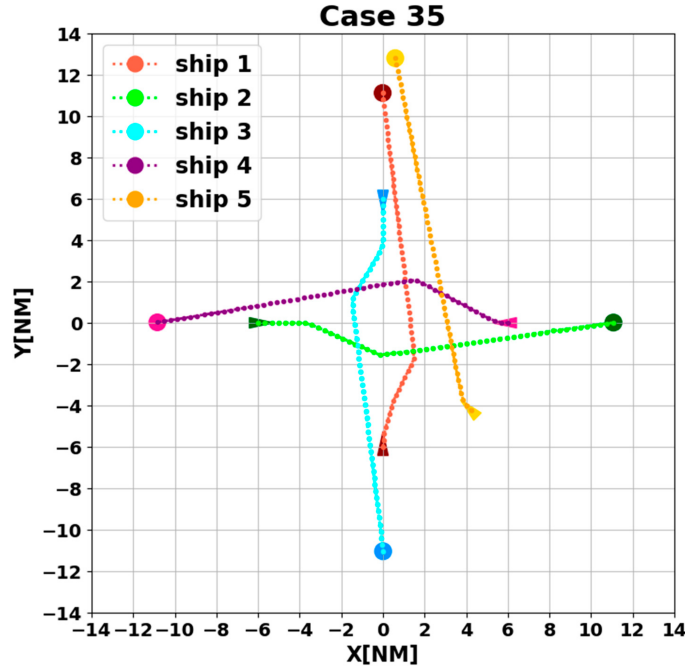
Model, sürücülerin hızlanma, frenleme, şerit değiştirme gibi davranışlarını analiz eder ve bu davranışların hangi durumlarda çarpışma riskini artırabileceğini belirlemeye çalışır. Örneğin, ani hızlanma veya ani frenleme gibi agresif sürüş davranışları, çarpışma riskini artırabilirken, uygun şekilde sinyal verilmeden şerit değiştirme gibi dikkatsiz davranışlar da risk oluşturabilir.

Özetle, iPLAN modelinin kara araçları için geliştirilmiş olmasına rağmen, gemiler için benzer şekilde kullanılabilir ve deniz trafiği için çarpışma önleme ve güvenli navigasyon gibi alanlarda önemli kazanımlar sağlayabilir.

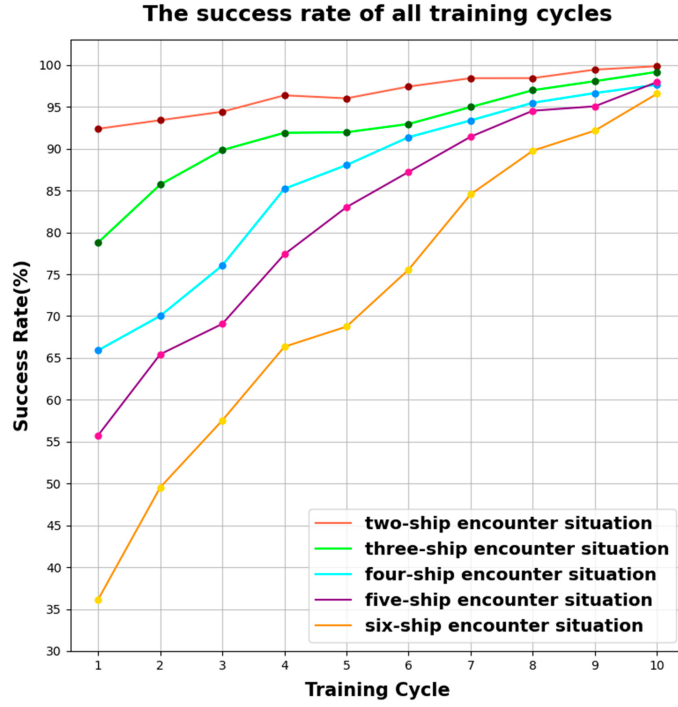
Algorithm	Success Rate (%)	Avg. Reward	Avg. Survival Time (# Time Steps)	Avg. Speed (m/s)
MAPPO	26.88 ± 7.06	43.70 ± 3.50	44.60 ± 3.71	29.93 ± 0.02
iPLAN-MAPPO	23.75 ± 5.86	42.22 ± 3.09	42.20 ± 3.29	29.93 ± 0.02
iPLAN	64.38 ± 9.12	56.54 ± 3.51	74.92 ± 4.86	21.99 ± 0.17

2. A Multi-Ship Collision Avoidance Algorithm: Bu makale, denizcilik sektöründe yaygınlaşan Otonom Suüstü Gemileri (MASS) için çarpışmadan kaçınma sorununu ele alıyor. Gemi sayısındaki artış ve akıllı teknolojinin kullanımının önemi, uluslararası düzenleyici kurumların gündeminde yer alıyor. Bu çerçevede, çok gemili otonom çarpışmadan kaçınma kararlarını vermek için veri odaklı bir yöntem öneriliyor.

Makale, gerçeklik ve simülasyon prensiplerini birleştirerek veri güdümlü bir model yapısı geliştiriyor. Tehlikeli alanların belirlenmesi ve Denizde Çatışmayı Önlemeye Yönelik Uluslararası Düzenlemelerin (COLREGs) anlaşılmasıyla çarpışmadan kaçınma kararları alınır. Algoritma, gerçek su trafiği verileri ve simülasyon verileriyle eğitilir.



Sonuçlar, algoritmanın COLREG'lere uygun şekilde etkili bir şekilde çarpışmadan kaçınma kararları verebildiğini göstermektedir.



8 Sonuç

Bu raporda sunulan Çarpışma Önleme Sistemi, deniz kazalarının riskini azaltmak için kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır. Mesafe filtreleri, çarpışma riski belirleme ve çarpışmadan kaçınma manevralarını entegre etmesiyle, sistem denizcilik güvenliğini artırmak için hem ticari hem de askeri anlamda çözüm üretmektedir.