

## Makale Değerlendirme Raporu

### Başlık:

"İnsansız Hava Araçları (İHA) Sürü Zekası: Son Gelişmeler ve Gelecek Eğilimler"

### Yazarlar:

Yongkun Zhou, Bin Rao, Wei Wang

### Giriş

Bu rapor, "UAV Swarm Intelligence: Recent Advances and Future Trends" başlıklı makaleyi incelemekte ve İHA (İnsansız Hava Aracı) sürü zekası teknolojisinin mevcut durumunu, kullanılan algoritmaları ve bu alandaki gelecek eğilimlerini analiz etmektedir. Makale, sürü zekasında kullanılan algoritmaların biyolojik popülasyonlardan nasıl esinlendiğini detaylı bir şekilde açıklamakta ve bu algoritmaların İHA sürülerine uygulanması sonucunda ortaya çıkan sorunları ele almaktadır. Özellikle, sürü ölçeği arttıkça hem teorik hem de sistemsel açıdan karşılaşılan zorluklar, makalenin odak noktalarından birini oluşturmaktadır.

Makale, bu sorunları çözmek için yapılan araştırmalar sonucunda ortaya çıkan **hiyerarşik katmanlar yaklaşımını** detaylı bir şekilde incelemektedir. Bu katmanlar, İHA sürü sistemlerinin verimliliğini artırmak ve karmaşık görevleri daha yönetilebilir hale getirmek için tasarlanmıştır. Makalede, İHA sürü sistemlerinde kullanılan beş temel hiyerarşik katman (karar verme, yol planlama, kontrol, iletişim ve uygulama) ayrıntılı görsel tablolar ve önceki araştırmalara yapılan atıflarla desteklenerek açıklanmıştır. Ayrıca, gelecekte üzerinde daha fazla çalışılması gereken konular ve potansiyel teknolojik gelişmeler de makalede tartışılmıştır.

### Analiz

Makale, giriş kısmında doğal biyolojik popülasyonlardan bahsederek, bu popülasyonların davranışlarını örneklerle açıklamış ve bu davranışların matematiksel modellenmesi sonucunda ortaya çıkan algoritmaların İHA sürü sistemlerinde nasıl kullanıldığını detaylı bir şekilde incelemiştir. Özellikle, kurtların avlanması, kuşların göçü ve arıların yiyecek toplaması gibi doğal süreçler, sürü zekası algoritmalarının geliştirilmesinde temel bir rol oynamıştır. Bu algoritmalar, doğadaki sürü davranışlarını taklit ederek, İHA sürülerinin otonom karar verme, yol planlama ve görev tahsisi gibi işlemleri gerçekleştirmesini sağlamaktadır.

Makale, bu algoritmaların gerçek dünya uygulamalarına da değinerek, özellikle termitlerden esinlenen robotlar ve Kilobot sürüleri gibi örneklerle bu algoritmaların pratikteki başarısını desteklemiştir. Bu örnekler, doğal sürü davranışlarının yapay sistemlere başarılı bir şekilde uygulanabileceğini göstermektedir.

Makalenin devam eden kısmında, İHA sürü sistemlerinin ölçeği arttıkça karşılaşılabilecek teorik ve sistemsel zorluklara kısaca değinilmiştir. Özellikle, büyük ölçekli sürülerde görev tahsisi, iletişim ve kontrol gibi alanlarda ortaya çıkan karmaşıklık, bu zorlukların temelini oluşturmaktadır. Bu sorunları çözmek için, makalede **hiyerarşik katmanlar yaklaşımı** önerilmiştir. Bu katmanlar, sürü zekasının farklı yönlerini organize etmek ve karmaşık görevleri daha yönetilebilir hale getirmek için tasarlanmıştır. Makale, bu hiyerarşik katmanları sunan kurumların ve teorilerin örneklerini vererek, bu yaklaşımın İHA sürü sistemlerinin verimliliğini nasıl artırabileceğini açıklamıştır.

Makalenin ikinci kısmında, İHA sürü sistemlerinde kullanılan beş temel hiyerarşik katman (karar verme, yol planlama, kontrol, iletişim ve uygulama) ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. İlk olarak **Karar Verme Katmanı** ele alınmış ve bu katman, Sürü Mimarisi, Savaş Etkinliği ve Görev Değerlendirmesi, Karmaşık Görev Planlama ve Yönetim Teknolojileri, Akıllı Karar Verme ve Oyun Teknolojisi ve Araştırma Eğilimleri ve Geleceğe Yönelik Öngörüler olarak beş temel başlıkta incelenmiştir. Her bir başlık, kendi içinde alt başlıklara ayrılarak ve örneklerle desteklenerek detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Aynı şekilde, yol planlama, kontrol, iletişim ve uygulama katmanları da benzer bir yaklaşımla detaylı olarak incelenmiştir.

Makalenin tartışma kısmında, hala çözüm üretilmeye çalışılan ve İHA sürü sistemlerinde bulunan sorunlara değinilmiş ve bu konuda okuyucuyu düşünmeye teşvik etmiştir. Makale, genel olarak yeni bir fikir sunmaktan ziyade, mevcut araştırmaları birleştirerek açıklayıcı bir bilgi sunmuştur. Bu bilgiler, örneklerle, önceki araştırmalara ve araştırma fikrini ortaya atan kişilere yapılan atıflarla desteklenmiştir. Ayrıca, tablolar ve görselleştirmeler kullanılarak ortaya atılan düşünceler güçlü bir şekilde desteklenmiştir.

## Sonuç

Bu makale, İHA (İnsansız Hava Aracı) sürü sistemlerinde kullanılan algoritmaları detaylı bir şekilde açıklayarak okuyucunun bu konuda bilgi sahibi olmasını sağlamıştır. Makalede, gerekli kanıtlar ve örnekler kullanılarak İHA sürü sistemlerinin temel bileşenleri, çalışma prensipleri ve kullanılan algoritmalar net bir şekilde ortaya konmuştur. 2020 yılında yayınlanan bu makalede, tartışma kısmında belirtilen birçok sorun ve sınırlama, günümüze kadar yapılan çalışmalarla büyük ölçüde aşılmış ve bu alanda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir.

Makalede geleceğe yönelik öngörüler arasında yer alan **Dijital İkiz sistemleri** ve **Yapay Zeka destekli biyonik İHA sürüleri**, günümüzde daha da geliştirilmiş ve kullanım oranları artmıştır. Özellikle Dijital İkiz teknolojisi, İHA'ların simülasyon ve test süreçlerinde büyük kolaylık sağlarken, Yapay Zeka destekli sistemler ise İHA'ların otonom karar verme yeteneklerini önemli ölçüde artırmıştır. **6G**

**teknolojisi** ise hala araştırma aşamasında olup, İHA'lar arası iletişim ve veri aktarım hızlarında devrimsel bir etki yaratması beklenmektedir.

Makale, İHA sürü sistemlerindeki hiyerarşik katmanlara da değinerek, bu sistemlerin mimarisini anlamak isteyen okuyucular için kapsamlı bir kaynak sunmuştur. İHA sürü mimarisinin temel bileşenleri, görev dağılımı, iletişim protokolleri ve formasyon kontrolü gibi konular detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Ayrıca, İHA sürü sistemlerindeki sürü eğilimleri ve gelecekte bu alanda beklenen gelişmelere de değinilerek, okuyucunun konuya dair geniş bir perspektif kazanması sağlanmıştır.

Sonuç olarak, bu makale, İHA sürü sistemlerinde kullanılan algoritmaların nasıl oluşturulduğu, nasıl uygulandığı ve bu sistemlerin gelecekte nasıl evrileceği konusunda okuyucuyu bilgilendiren önemli bir çalışmadır. İHA teknolojisinin hızla geliştiği günümüzde, bu tür çalışmalar, hem akademik hem de endüstriyel alanda yol gösterici bir rol oynamaktadır.