

Hava Araçları ve Hava Trafik Benzetimi

Tahir Emre KALAYCI

January 5, 2007

- 1 Giriş
- 2 Hava Araçlarının Benzetimi
- 3 Hava Trafik Benzetimi
- 4 Sonuçlar
- 5 Kaynaklar

Tarihçe

Hava Araçları
ve Hava
Trafik
Benzetimi

Tahir Emre
KALAYCI

Gündem

Giriş

Hava
Araçlarının
Benzetimi

Hava Trafik
Benzetimi

Sonuçlar

Kaynaklar

- 1. Dünya Savaşında mekanik pilot eğitim araçları
- 2. Dünya Savaşında "Link Trainer"'lar
- Günümüzde Immersive sanal ortamlara kadar gelişmiştir.

Neden Benzetim?

Hava Araçları ve Hava Trafik Benzetimi

Tahir Emre
KALAYCI

Gündem

Giriş

Hava
Araçlarının
Benzetimi

Hava Trafik
Benzetimi

Sonuçlar

Kaynaklar

- Hava araçları hatanın kabul edilmeyeceği ortamlarda çalışmaktadır.
- En ufak bir hata feci sonuçlar doğurabilir
- Benzetim sayesinde araç sistemlerinin güvenliği gerçek anlamda kullanılmadan denenebilir.
- Pilotlar hayatları riske atılmadan eğitilebilir.

Hava araçlarının dinamik modellenmesi

- Araçlar genellikle sürekli zaman biçiminde modellenmektedir.
- Dinamik model durumların (\underline{x}), girdilerin (\underline{u}) ve zamanın bir fonksiyonu olarak tanımlanıyor (1).

$$\underline{x}' = f(\underline{x}, \underline{u}, t) \quad (1)$$

- Şu anki zamandaki değerleri bildiğimiz için bir sonraki durumu nümerik integralleme yardımıyla tespit edebiliriz.
- Birinci dereceden Euler yaklaşımı gibi basit integralleme basit benzetimler içindir. Dördüncü dereceden Runge-Kutta integralleme "de facto" olarak kullanılan yaygın bir yöntemdir.

Hava araçlarının dinamik modellenmesi - Yöntemler

Hava Araçları
ve Hava
Trafik
Benzetimi

Tahir Emre
KALAYCI

Gündem

Giriş

Hava
Araçlarının
Benzetimi

Hava Trafik
Benzetimi

Sonuçlar

Kaynaklar

- 6 Derece Özgürlüğe sahip araç hareketi modellenmesi (üzerindeki kuvvetlere göre 3 yönde yer değiştirir veya döndülür)
- Yukarıdaki yönteme ek olarak esnek gövdeler için eklentiler yapılmalıdır (Örneğin : Esneyen kanatlar).
- Uygulamaya bağlı olarak aracın parçaları ayrı ayrı dinamik olarak modellenebilir.

Gerçek zamanlı insanlı benzetimler

- Benzetim aracıyla bir veya daha fazla insanın etkileşimi vardır
- Bu tip benzetim uygulamaları araçların tüm özelliklerini en gerçekçi biçimde sağlamak zorundadır.



Gerçek zamanlı insanlı benzetimler - Amaçlar-Uygulamalar

Hava Araçları
ve Hava
Trafik
Benzetimi

Tahir Emre
KALAYCI

Gündem

Giriş

Hava
Araçlarının
Benzetimi

Hava Trafik
Benzetimi

Sonuçlar

Kaynaklar

- Eğitim
- Değerlendirme ve Kontrol
- Mühendislik ve Tasarım
- Araştırma

Gerçek zamanlı insanlı benzetimler - Araçlar

Hava Araçları ve Hava Trafik Benzetimi

Tahir Emre
KALAYCI

Gündem

Giriş

**Hava
Araçlarının
Benzetimi**

Hava Trafik
Benzetimi

Sonuçlar

Kaynaklar

- Uçuş güverte kontrol ve enstrümanları
- Kontrol yükleme
- Hareket sistemleri
- Pencere dışı görsel sahne

Hava Sistemi Tasarım ve Bütünleştirme

Hava Araçları
ve Hava
Trafik
Benzetimi

Tahir Emre
KALAYCI

Gündem

Giriş

Hava
Araçlarının
Benzetimi

Hava Trafik
Benzetimi

Sonuçlar

Kaynaklar

- Gereksinim tanımlanması ve sistem tasarımı
- Yazılım Geliştirme
- Sistem Bütünleştirme

Gerçek Zamanlı Benzetimde Önemli Hususlar

Hava Araçları
ve Hava
Trafik
Benzetimi

Tahir Emre
KALAYCI

Gündem

Giriş

Hava
Araçlarının
Benzetimi

Hava Trafik
Benzetimi

Sonuçlar

Kaynaklar

- Algoritmalar doğru olduğu kadar çıktılarının zamanlaması diğer süreçlere ve duvar saatine uygun olmalıdır.
- Benzetimde lag adı verilen yavaşlamalar olmamalıdır.
- Gecikmeler sabit ve küçük ise tahminleme algoritmaları (McFarland Denkleştirgeni, Sobiski-Cardullo tahminleyicisi, vb.) bazı etkileri yok etmek için kullanılabilir.
- Dağıtık benzetimler düşük maliyetli sistemler nedeniyle daha çok tercih ediliyor. Ancak makinelerin eşzamanlılaştırılması ve iletişim eniyilenmesi gerçekleştirilmelidir.

Hava Trafik Benzetimi

Hava Araçları
ve Hava
Trafik
Benzetimi

Tahir Emre
KALAYCI

Gündem

Giriş

Hava
Araçlarının
Benzetimi

Hava Trafik
Benzetimi

Sonuçlar

Kaynaklar

- Sürekli artan hava trafiği için trafiğin sürekli yeniden düzenlenmesi gerekmektedir.
- Hava trafik sistemlerinin karmaşıklığı bu işi zorlaştırmaktadır.
 - Genişlikleri nedeniyle hepsinin benzetilmesi pratik ve akli olarak zordur.
 - Çok farklı heterojen yapıdan oluşurlar.
- Bu sebeplerden ötürü çok farklı benzetim kategorisi önerilmektedir.

İnsanlı Hava Trafik Benzetimi

Hava Araçları
ve Hava
Trafik
Benzetimi

Tahir Emre
KALAYCI

Gündem

Giriş

Hava
Araçlarının
Benzetimi

Hava Trafik
Benzetimi

Sonuçlar

Kaynaklar

- Farklı hava trafik kontrolörlerinin eğitiminde kullanılmaktadır.
- Bütün bir hava trafik kontrol sisteminin benzetilmesiyle yapılması düşünülen değişiklikler deneniyor.
- Belli senaryolar üretilerek denemeler yapılmaktadır.



Güvenlik analizi için hava trafik benzetimleri

Hava Araçları ve Hava Trafik Benzetimi

Tahir Emre
KALAYCI

Gündem

Giriş

Hava
Araçlarının
Benzetimi

Hava Trafik
Benzetimi

Sonuçlar

Kaynaklar

- Gelişmiş yörelerdeki hava taşımacılığı yüksek seviyede güvenlik için gözlenmektedir.
- İnsan operatörleri temsil etmek için araştırmalar sonucu üretilmiş olan etmenler kullanılmaktadır.
- Benzetimler sonucu risk değerlendirmeleri üretilmektedir.
- Bu tip benzetimlerin makul sayıda çalıştırıldıktan sonra anlamlı veriler üretmesi gerekmektedir.

Hava trafiği için mekanik modeller

- Etkileşimli olmayan mekanik modeller tasarım ve değerlendirmenin erken dönemlerinde kullanılıyor.
- Bu dönemde analistler maliyet analizi ve farklı sistem tasarımları arasındaki başarımları araştırmaktadır.
- Son tasarımda kullanılacak olan parametreleri azaltmak ana hedeftir.
- Mekanik modeller yüksek soyut kuyruk ağlarından detaylı sistem benzetimlerine kadar geniş bir yelpazede çalışmaya meyillidir. Aşağıda örnekler görülebilir:
 - AND (Approximate Network Delays) (MIT Transportation Lab)
 - LMINET (Logistics Management Institute)
 - NASPAC (National Airspace System Performance Analysis Capability) (MITRE Corporation)
 - DPAT (Detailed Policy Tool) (MITRE Corporation)
 - SIMMOD (FAA)
 - TAAM (Total Airport and Airspace Modeler) (Preston

Hava trafiği için ekonomik ve iş modelleri

Hava Araçları
ve Hava
Trafik
Benzetimi

Tahir Emre
KALAYCI

Gündem

Giriş

Hava
Araçlarının
Benzetimi

Hava Trafik
Benzetimi

Sonuçlar

Kaynaklar

- Kullanıcının (Havayolları, yolcular, vb.) sistemle etkileşimi de analiz edilmelidir.
- Bireylerden ziyade kuruluşlar incelenmektedir.
- Bu kuruluşlar etmen davranışları şeklinde programlanmaktadır:
 - Karını arttırmaya çalışan bir havayolları etmeni
 - Belli bir varış yerine giden hizmetlerden en uygununu seçmeye çalışan yolcu etmeni
 - Politik kararları kabul ettirmeye çalışan düzenleyici etmen
 - Bu tip etmen tabanlı benzetime Jet*Wise örnek olarak gösterilebilir.

Sonuçlar

- Eldeki farklı modellerin birleştirilerek tüm araçları ve hava trafik sisteminin detaylarıyla benzetiminin üretilmesi ana amaçtır.
- Bu tip benzetim sistemlerinin küme sistemini oluşturmak bayağı uğraştırıcıdır.
- NASA (HLA¹), Boeing (DESIDE) gibi firmalar modüler, çok amaçlı benzetimler üretmeye çalışmaktadır.
- Bilgisayar hızlandıkça ve ucuzladıkça benzetim probleminin en önemli sorunu yazılım geliştirme zaman ve maliyeti olmuştur. Bu nedenle uygun mühendislik yaklaşımlarının kullanılması gerekmektedir.
- Bir diğer önemli konu benzetimlerin hava trafik ve araç sistemlerinin tasarımında verimli kullanımını sağlamaktır.

¹http://sel.gsfc.nasa.gov/website/sew/2000/topics/MReid_SEW25_Slides.PDF

Kaynaklar

Hava Araçları
ve Hava
Trafik
Benzetimi

Tahir Emre
KALAYCI

Gündem

Giriş

Hava
Araçlarının
Benzetimi

Hava Trafik
Benzetimi

Sonuçlar

Kaynaklar

- <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=966031>
- <http://ffc.arc.nasa.gov/>
- <http://www.mitre.org/>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Flight_simulator