

BMÜ-421 Benzetim ve Modelleme

Benzetim Modellerinin Geçerliliği ve
Doğrulanması, Çıktı Analizi

İlhan AYDIN

Benzetim Modellerinin Geçerliliği ve Doğrulanması

- Doğrulama: Modelin doğruluğunun oluşturulması ile ilgilidir.
- Kavramsal model ile bilgisayar modelinin karşılaştırılmasından faydalanır.
- Model ile ilgili aşağıdaki soruları sorar:
 - Model bilgisayarda doğru bir şekilde uygulanmış mı?
 - Modelin giriş parametreleri ve mantıksal yapı doğru bir şekilde kurulmuş mu?

Benzetim Modellerinin Geçerliliği ve Doğrulanması

- Geçerlilik: Doğru modelin oluşturulması ile ilgilidir.
- Modelin gerçek sistemi doğru bir şekilde gösterip göstermeyeceğinden faydalanır.
- Geçerlilik modelin ayarlanmasından elde edilir.
- Gerçek sistem ile model iteratif olarak karşılaştırılır.
- Elde edilen sonuçlar ile gerçek sisteme yakın bir model oluşturulur.
- Bu süreç model doğruluğu kabul edilebilir bir tahmin elde edilinceye kadar devam ettirilir.

Benzetim Modellerinin Doğrulanması

Doğrulama sürecinde kullanılabilecek birçok öneri vardır:

- 1.Yazılan kodlar programcı dışında biri tarafından kontrol edildi mi?
- 2.Bir olay oluştuğunda sistemin alabileceği mantıksal olanaklı her hareketi içeren akış diyagramı çizilir ve her olay tipi için her harekette model mantığını izleme

Benzetim Modellerinin Doğrulanması

3. Giriş parametrelerinin değişik ayarları altında model çıkışını yakından incele.
4. Bilgisayarlaştırılmış model benzetim sonunda giriş parametrelerini yazdırıyor mu?

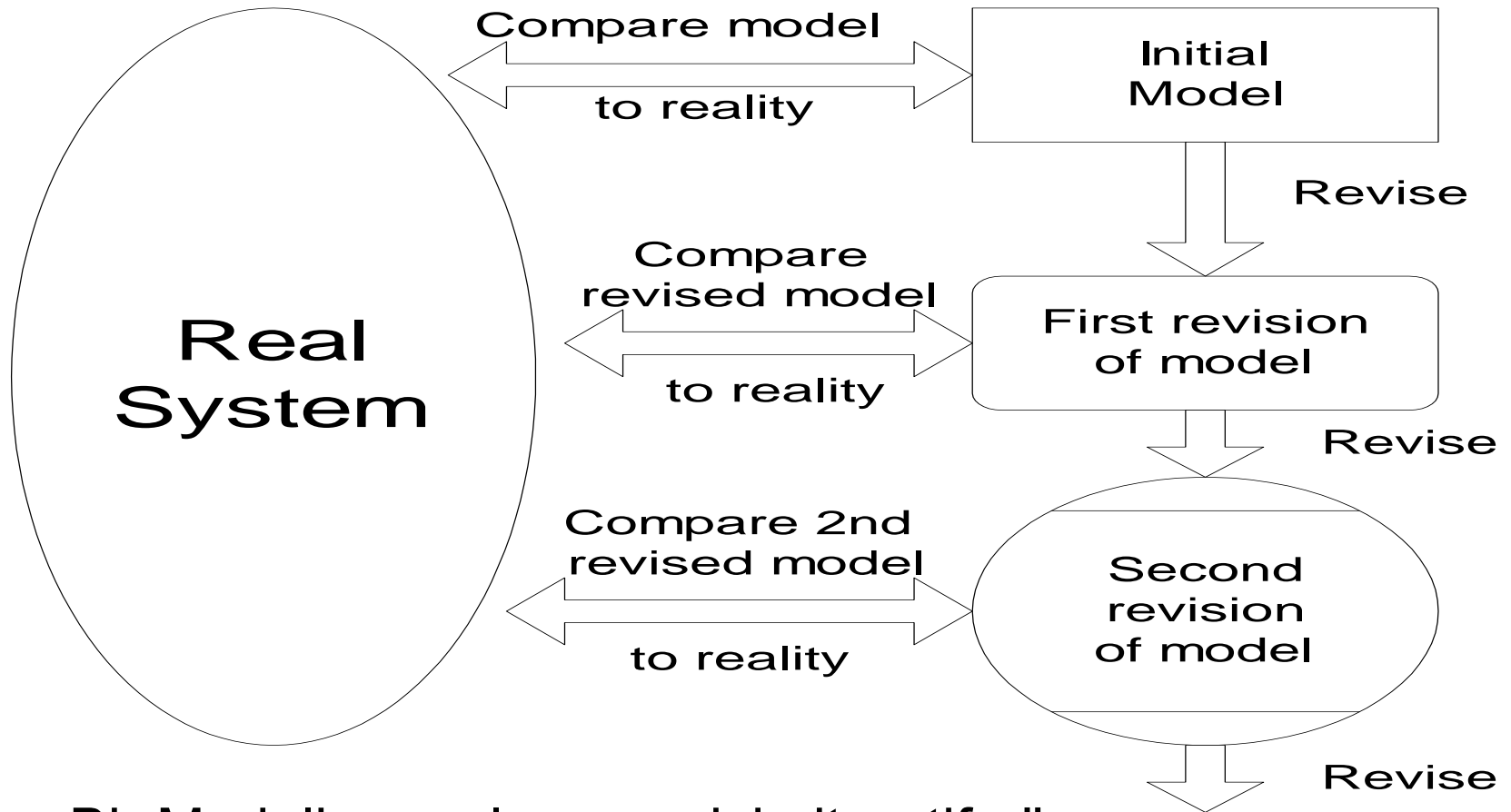
Benzetim Modellerinin Doğrulanması

5. Yazılan kodların yeterli dökümantasyonu yapılmış mı?

Kullanılan her değişkenin kesin açıklaması verilmiş mi?

Kodun daha genel kısımları için genel açıklamalar var mı ?

Modellerin Geçerliliği ve Ayarlanması



<Bir Modelin ayarlanması için iteratif süreç>

Benzetim Modellerinin Geçerliliği

Geçerlilik sürecinde üç adımlı Naylor ve Finger süreci kullanılır :

- 1.Yüksek geçerliliğe sahip bir model oluştur.
2. Model varsayımlarının geçerliliğini kontrol et.
3. Gerçek sistemin giriş çıkış dönüşümleri ile model sistemin giriş-çıkış dönüşümlerini karşılaştır.

Model Varsayımlarının Geçerliliği

- Yapısal
Sistemin nasıl çalıştığı ile ilgili sorular içerir
(Örnek 1)
Veri varsayımları verinin doğru istatistiksel analizi ve güvenilir verinin toplanmasına dayalıdır.
Bir bankada serviste ve kuyrukta olan müşteriler (bir veya daha çok kuyruk)
1. 2 saatlik periyotta müşterilerin varışlar arası zamanı

Model Varsayımlarının Geçerliliği

2. Gelişigüzel zamanda varışlar arası zaman
3. Ticari hesaplar için servis zamanları
4. Kişisel hesaplar için servis zamanları

Model Varsayımlarının Geçerliliği

Rastgele bir örnekten giriş verisinin analizi üç adımdan oluşur.

1. Uygun olasılık dağılımının tanımlanması
2. Varsayılan dağılımın parametrelerinin tahmini
3. Varsayılan istatistiksel modelin geçerliliği
Örneğin ki-kare testi

Benzetimde Çıktı Analizi

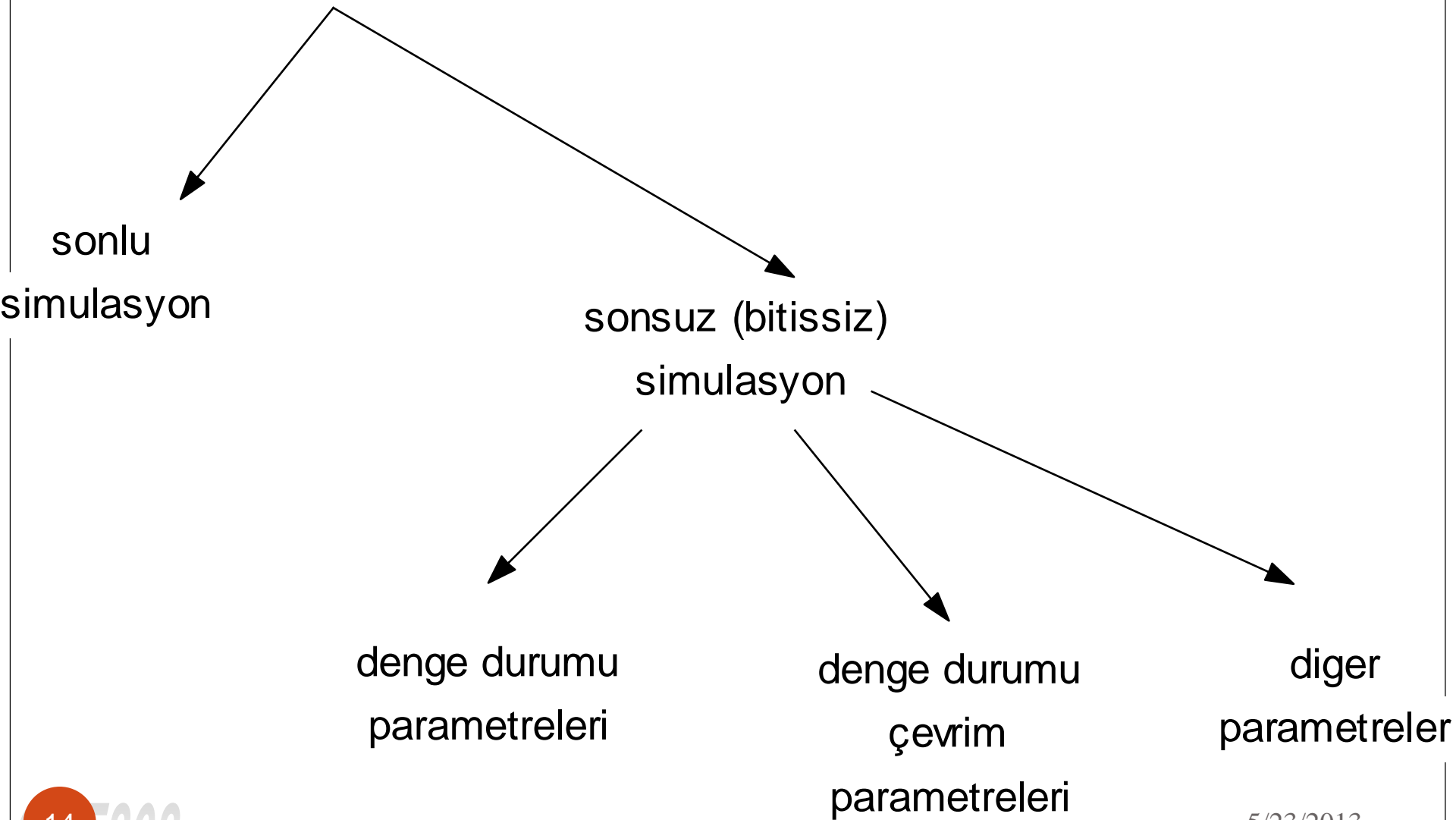
- **BİR SİSTEMİN ÇIKTI ANALİZİ**

- Çıktı analizi, benzetimden üretilen verilerin (çıktıların) analizidir. Çıktı analizinde amaç, bir sistemin performansını tahmin etmek ya da iki ya da daha fazla alternatif sistem tasarımlarının performansını karşılaştırmaktır.
- Girdi değişkenlerinin değerlerini üretmek için rassal sayı üreteçleri kullanıldığından, bir benzetimden elde edilen çıktı da rassal değişkendir. Çünkü farklı başlangıç değerleri kullanılarak elde edilen çıktılar birbirinden farklı olacaktır.
- Bu nedenle istatistiksel çıktı analizine ihtiyaç duyulur.

Neden Çıktı Analizi

- Sistemin performansı θ parametresi ile ölçülürse, benzetim deneylerinin sonucunda θ 'nın tahmini elde edilecektir.
- Tahmincinin hassasiyeti, θ 'nın varyansı (ya da standart hata) ile ölçülebilir.
- İstatistiksel analizin amacı, bu varyansı tahmin etmek ya da istenilen hassasiyeti sağlamak için gerekli gözlemlerin sayısını belirlemektir.

BENZETİM TÜRLERİ



Bitişli Benzetim :

- İstenilen performans ölçülerinin tahmini değerlerini , önceden belirtilen bir E olayı ortaya çıkıncaya kadar geçen benzetim süresi için tahmin eder. Bu süre $(0, T_E)$ aralığı ile gösterilsin; T_E ; E olayının ortaya çıktığı zaman olarak dikkate alındığında, T_E rassal değişken olabilir.
- Örneğin; $E = \{\text{beklemeleri tamamlanmış } m \text{ müşteri}\}$ olarak tanımlansın. Örneğin bir kuyruk sisteminde m müşteriye hizmet verilecekse bu sistemin bitiş zamanı, T_E ; m. müşterinin hizmet alarak sistemden çıktığı zamandır.

Örnek 1:

- Bir banka sisteminin benzetimini ele alalım. Banka sabah 9⁰⁰'da açılmakta ve akşam 5⁰⁰' de kapanmaktadır. Bu sistemin benzetimi ile, verilen zaman aralığı için, müşteri servisinin kalitesinin tahmin edilmek isteniyor olabilir.
- $E = \{\text{benzetim 8 saat için yapılacak}\}$
- Benzetin için başlangıç koşulu; "0" anındaki müşteri sayısıdır.

Örnek 2:

- Bir uçak üreticisi sipariş üzerine 18 ay içerisinde 100 uçak üretmek zorundadır. Şirket, alternatif üretim modellerinden en düşük maliyetli olanına karar vermek istiyor.
- Araç olarak her bir üretim modeli ile 100 uçağı üretecek alternatif benzetim modelleri kurulur.
- Buradaki E olayı $E = \{100 \text{ uçağın üretimi}\}$ ve
- T_E zamanı da 100. uçağın üretildiği an olur.

Örnek3:

- Bir günde 16 saat (2 vardiya) çalışan bir üretim sistemini dikkate alalım. 16 saat sonunda kalan işler bir sonraki gün kalındığı yerden devam edilerek işlenmektedir.
- Bu sistemin benzetimi, bir bitişli benzetim olarak dikkate alınabilir mi?
- $E = \{16 \text{ saatlik üretim}\}$
- Alınamaz. Çünkü, bu üretim sistemi gerçekte sürekli bir sistemdir. Bir gün için bitiş koşulları bir sonraki gün için başlangıç koşulları olacaktır.

Örnek 4:

- Bir ürün satan bir işletme, 120 aylık bir süre içinde aylık stok politikasını belirlemek istiyor olsun. Başlangıç stok düzeyi verildiğinde amaç; aylık beklenen maliyeti enküçük yapacak aylık sipariş miktarını belirlemektir. Bu durumda ;
- $E = \{ 120 \text{ ay için sistemi izlemek} \}$
- Benzetim , mevcut stok düzeyi ile başlatılır.

Bitişli olmayan benzetim:

- İstenilen performans ölçütlerinin tahminini, benzetim zamanının istatistiksel olarak yeterli uzunluğa ulaştığı (sonsuz) durum için tahmin eder. Benzetim çalışma süresini belirleyecek herhangi bir E olayı yoktur.
- Bu tür benzetim için performans ölçütü , “denge durumu parametresi” olarak adlandırılır. Eğer bu parametre ; y_1, y_2, \dots stokastik çıktı prosesinin bir karakteristiği ise denge durumu parametresinden söz edilir

1.durum:

- Y rassal değişkeni denge durumu dağılımına sahip ise benzetim $v=E(y)$ denge durumu ortalamasının tahmini ile ilgilenir.
- **Örnek 5:** Bir işletmede yeni bir üretim sistemi kuruluyor olsun. İşletme, işçiler yeni sisteme alıştıktan, işlerini öğrendikten ve mekanik zorluklar ortadan kalktıktan sonra bu sistem için (denge durumunda) bir saatlik ortalama çıktısını belirlemek istiyor.

Bu sistemle ilgili kabuller

- Üretim sistemi günde 16 saat, haftada 5 gün çalışmaktadır ,
- Vardiya sonunda ya da başında üretim kaybı ihmal edilmektedir.
- Günün belirli zamanlarında üretimi kesen bir ara (öğle yemeği gibi) yoktur.
- Hafta sonu ve 16 saatlik vardiya dışındaki boş zaman (8 saatlik boş zaman) ihmal edilerek sistemin 16 saatlik benzetimi yapılabilir.

- N_i : i . Saatte üretilen parçaların sayısı olsun . N_1, N_2, \dots stokastik prosesi, ilgilenilen N rassal değişkeni ile denge durumu dağılımına sahipse, $v = E(N)$ ortalamanın tahmini ile ilgileniriz.
- Bir çok gerçek sistem için stokastik proses , denge durumu dağılımına sahip değildir. Çünkü, sistemin karakteristikleri zaman içinde sürekli olarak değişir.
- Örneğin; bir üretim sisteminde; üretim çizelgeleme kuralları ve fabrika yerleşimi (yani; makinların sayısı ve yerleşimi) zamanla değişebilir.
- Diğer taraftan, gerçeğin bir özet gösterimi olan benzetim modeli denge durumu dağılımlarına sahip olabilir. Çünkü modelin karakteristiklerinin zaman içinde değişmediği kabul edilir.

- Örnek 5'te işletme; başlangıçtan normal duruma (yani işçiler işlerini öğrenip mekanik problemlerin ortadan kalktığı durum) gelinceye kadar geçen süreyi bilmek isterse, benzetim sonlu bir benzetimdir. Çünkü, benzetimi bitiren bir E olayı vardır.
- $E = \{\text{sistem normal duruma gelinceye kadar benzetim}\}$
- Bu örneklerden görüldüğü gibi **bir sistem için benzetim**; benzetim çalışmasının amaçlarına bağlı olarak bitişli veya bitişli olmayan benzetim olabilir.

- Denge durumu dağılımına sahip olmayan bir sonsuz benzetim için y_1, y_2, \dots , stokastik prosesini dikkate alalım. Zaman eksenini eşit uzunlukta, çevrim olarak adlandırılan, ardışık zaman aralıklarına böldüğümüzü kabul edelim.
- Örneğin ; bir üretim sisteminde bir çevrim 8 saatlik bir vardiyanın çalışma zamanı olabilir.
- Y_1^c ; i. Çevrimde tanımlanan bir rassal değişken olsun.
- **Benzetim denemeleri sonucunda**
 Y_1^c, y_2^c, \dots Prosesi elde edilir.

2.durum

- y_1^c, y_2^c, \dots C boyutunda bir çevrim prosesinin bir denge durumu dağılımına (F^c) sahip olduğunu kabul edelim. $Y^c \sim F^c$.
- Bu durumda performans ölçütü
“denge durumu çevrim parametresi” olarak adlandırılır.
 $v^c = E(y^c)$
- Bir denge durumu çevrim parametresi , y_1^c, y_2^c, \dots çevrim prosesinin denge durumu parametresidir.

3.durum:

- Bitişli olmayan benzetim için y_1, y_2, y_3, \dots stokastik prosesin denge durumuna sahip olmadığını kabul edelim.
- Aynı zamanda uygun bir çevrim tanımlaması olmasın. Yani y_1^c, y_2^c, \dots prosesinin bir denge durumuna sahip bir çevrim tanımlaması olmasın.
- Bu durum, modelin parametreleri zaman içinde değiştiğinde söz konusudur.

Örnek

- Bir telefon şirketinde telefon aramalarının varış oranı haftadan haftaya, yıldan yıla değişiyorsa, denge durumu parametreleri tanımlanamayacaktır.
- Bu durumda , girdi parametrelerinin zaman içinde nasıl değiştiğini tanımlayan bir veri mevcut değildir.
- Benzetimi bitirecek bir E olayı vardır.
- Sonlu benzetim için kullanılan analiz teknikleri , bu tür sistemlerin benzetim çıktılarının analizinde kullanılabilir.

Örnek 7:

- Mikrobilgisayarlar için bir montaj hattından ve bir test alanından oluşan bir üretim sistemini dikkate alalım. Her hafta üretilecek bilgisayarların sayısını ve tiplerini tanımlayan 3'er aylık çizelgenin mevcut olduğunu kabul edelim. Bu çizelge, yeni bilgisayarların pazara girmesi ve satışlardaki değişikliklerden dolayı haftadan haftaya değişmektedir. Böyle bir durumda, haftalık ya da aylık çıktılar denge durumu dağılımına sahip olmayacaktır. Her hafta için gerçek ortalama çıktıyı tahmin etmek üzere uzunluğu 3 ay olan sonlu benzetim kullanılır.