

BİÇİMSEL DİLLER ve ÖZDEVİNİRLER

abdullah.ates@inonu.edu.tr

Dersin İçeriği:

Özdevinirler (otomatlar) kuramı ve biçimsel diller bilgisayar bilimleri ve mühendisliğinin kuramsal temelleri alanının en önemli konularında biridir.

Özdevinirler ya da otomatlar denince akla ilk gelen kendi kendine hareket eden ve belirli işlevleri gerçekleştiren otomatik makinelerdir. Özdevinir yerine kısaca makine sözcüğünün kullanılması nedeni budur.

Bilimsel olarak özdevinirler belirli özelliklere sahip matematiksel modellerdir.

Bu modeller yalnız donanım alanında değil derleyiciler, yorumlayıcılar, metin düzenleyiciler, söz dizim çözümleyiciler, ayrıştırıcılar başta olmak üzere birçok yazılım bileşeninde de kullanılan modellerdir.

Özdevinirler biçimsel dillerin söz dizimsel anlamsal çözümlenmesinde kullanılan modeller olduğu için de özdevinirler ile biçimsel diller birbirini tamamlayan kavramlardır.

Ders Konuları

1.Sonlu Özdevinirler

2.Düzgün Kümeler ve Düzgün Deyimler

3.Dilbilgisi Diller

4.Bağlamdan Bağımsız Dilbilgisi ve Diller

5.Yığıtlı Özdevinirler

6.Turing Makinaları

Dönem Konularının Kısa Özeti

1. Sonlu Özdevinirler (Finite Automat) (FA)

Kesikli giriş çıkışları olan matematiksel bir modeldir. Bu yapının iki önemli çeşidi bulunmaktadır. Sonlu durum tanıyıcılar ve çıkış üreten özdevirlerdir.

Sonlu durum tanıyıcıları:

Bu model bir çok donanım ve yazılım sisteminin modellenmesinde kullanılır.

Deterministik sonlu özdevinirler (DFA) ve **deterministik olmayan yani non deterministik sonlu özdevinirlerdir (NFA)**.

1.1. Sonlu Özdevinir (FA) Modeli

- Sonlu özdevinir (*finite automata* : FA) modeli, kesikli giriş ve çıkışları olan matematiksel bir modeldir.
- Sonlu özdevinirleri öncelikle:
 - Sonlu durumlu tanıyıcı (*finite state recognizer*)
 - Çıkış üreten özdevinirmodelleri olarak sınıflandırmak mümkündür.
- Sadece “Sonlu özdevinir” denildiğinde “Deterministik Sonlu Durumlu Tanıyıcı” anlaşılır.

1.1.1. Deterministik Sonlu Özdevinir (DFA) Modeli

$$\text{DFA} = \langle Q, \Sigma, \delta, q_0, F \rangle$$

>

Temel modelde geçiş işlevi matematiksel olarak :

$$\delta(q_i, a) = q_j \quad \forall q_i \in Q, a \in \Sigma \Rightarrow q_j \in Q \quad \text{biçiminde tanımlanır.}$$

Deterministik Olmayan Sonlu Özdevinirler (DFA):

Deterministik modelin kullanım gücülüğü nedeniyle kullanımı daha kolay ve daha esnek bir model olan deterministik olmayan model geliştirilmiştir.

Çıkış Üreten Özdevinirler:

Bu model adından da anlaşıldığı gibi girişine uygulanan bir giriş dizgisine yant olarak bir çıkış dizgisi üreten modellerdir.

More Makinası ve Mealy Makinası:

Bu makinaların ikisinde birer 6 olarak tanımlanır.

Sonlu özdevinirlerin iki ana türü, “tanıyıcılar” ve “dönüştürücüler” olarak nitelenebilir.

Çıkış üreten özdevinirler giriş dizgilerini çıkış dizgilerine dönüştüren modellerdir.

Çıkış üreten özdevinirlerin Moore ve Mealy makinesi olarak adlandırılan iki türü vardır.

Moore Makinesi

$$M = \langle Q, \Sigma, \Delta, \delta, \lambda, q_0 \rangle$$

Q : Durumlar kümesi

Σ : Giriş alfabesi

Δ : Çıkış alfabesi

q_0 : Başlangıç durumu : $q_0 \in Q$

δ : Durum geçiş işlevi : $(Q \times \Sigma)$ 'dan Q 'ya bir eşleme

λ : Çıkış işlevi : Q 'dan Δ 'ya bir eşleme

Moore makinesi, DFA modelinin genellemesi olarak görülebilir.

2. Düzgün Kümeler ve Düzgün Deyimler

Sonlu özdevinir modeli giriş alfabesindeki simgelerden oluşan dizgilerin bir kısmını tanıyan bir kısmını ise tanımayan bir modeldir.

Her sonlu özdevinirin tanıdığı bir dizgiler kümesi vardır. Bu küm içerdiği dizgiler tek tek yazılarak ya da içerdiği dizgilerin özellikleri belirtilerek tanımlanabilir.

Sonlu özdevinirler (sonlu durumlu tanıyıcılar) tarafından tanınan kümelere düzgün kümeler (*regular sets*) denir.

Sonlu durumlu tanıyıcıların tanımını hatırlayalım:

$$M = \langle Q, \Sigma, \delta, q_0, F \rangle$$

Q : Durumlar kümesi

Σ : Giriş alfabesi (giriş simgeleri kümesi)

q_0 : Başlangıç Durumu ($q_0 \in Q$)

F : Uç durumlar kümesi ($F \subseteq Q$)

δ : Durum geçiş işlevi

Deterministik : $Q \times \Sigma \Rightarrow Q$

Deterministik değil : $Q \times \Sigma \Rightarrow Q$ 'nın altkümeleri

3. Dilbilgisi Diller

Her biçimsel dil belirli bir alfabe üzerinden tanımlanır. Alfabe ise sonlu sayıda simgeden oluşan bir kümedir.

Alfabedeki simgelerin ardarda getirilmesi ile dizgiler (strings) oluşturulur.

Biçimsel dil bir alfabedeki simgelerden oluşturulan dizgilerin bir kümesidir.

Her dil belirli bir alfabe üzerinde tanımlanır.

Alfabe ise sonlu sayıda simgeden oluşan bir kümedir.

Örnek: $\{a, b, c\}$, $\{0,1\}$, $\{v, c, +, -, *, /\}$ alfabeleri.

Alfabedeki simgelerin ardarda getirilmesi ile dizgiler (*strings*) oluşturulur.

Örnek: $\{a, b, c\}$ alfabesinde: $b, acca, bcc, aaaac, \dots$ dizgileri.

$\{0, 1\}$ alfabesinde: $111, 0, 0101, 01010101, \dots$ dizgileri.

$\{v, c, +, -, *, /\}$ alfabesinde: $v*c, v+v/c, vv+v*c, \dots$ dizgileri.

Her biçimsel dil bir alfabe üzerinde tanımlanır ve alfabedeki simgelerden oluşturulabilecek dizgiler kümesinin (sonsuz kümenin) bir altkümesidir.

Her biçimsel dil sonlu ya da sonsuz bir küme olabilir.

Dilde yer alan ve dilin tümcelerini (*sentences*) oluşturan dizgiler “geçerli”, dilde yer almayan dizgiler ise “geçersiz” dizgilerdir. Biçimsel dil açısından dizgi (*string*), tümce (*sentence*) ve sözcük (*word*) terimleri birbirinin yerine kullanılabilir.

Dilin hangi tümcelerden oluştuğunu gösteren kurallar bütünü ise dilbilgisi (*grammar*) olarak adlandırılacaktır.

4. Bağlamdan Bağımsız Dilbilgisi ve Diller

Programlama dilleri derleyiciler yorumlayıcılar, sözdizim, çözümleyiciler, aritmetik deyimler vb. bir çok yazılım bileşenlerinin bünyesinde yer aldığı için bağlamdan bağımsız dilbilgisi ve diller ile bu dilleri tanıyan makine modeli bilgisayar bilimleri ve mühendisliği açısından önem taşır.

Bağlamdan-bağımsız dilbilgisi ve diller ile bu dilleri tanıyan makine modeli programlama dilleri, derleyiciler, yorumlayıcılar, sözdizim çözümleyiciler, aritmetik deyim çözümleyiciler, ..vb. birçok yazılım bileşeninin bünyesinde yer alır.

Bağlamdan-bağımsız dilbilgisi örnekleri:

Örnek 4.1.

$$G_{4.1} = \langle V_N, V_T, P, S \rangle$$

$$V_N = \{ S \}$$

$$V_T = \{ +, -, *, /, (,), v, c \}$$

$$P : S \Rightarrow S + S \mid S - S \mid S * S \mid S / S \mid (S) \mid v \mid c$$

$L(G_{4.1})$ dili, 4 temel aritmetik işlem (+, -, *, /), değişkenler (v), değişmezler (c) ve parantezlerden oluşan geçerli aritmetik ifadelerin oluşturduğu kümedir.

5. Yığıtlı Özdevinirler (Pushdown Automata)

Düzgün diller düzgün yada tür 3 dilbilgisi tarafından türetilen ve sonlu özdevinirler tarafından tanınan dillerdir.

□ Yığıtlı Özdevinirler (Pushdown Automata)

□ Yığıtlı özdevinirler, bağlamdan-bağımsız dilleri (CFL) tanıyan makine modelidir.

□ Biçimsel olarak, yığıtlı özdevinir (PDA) bir yedili olarak tanımlanır.

$$\text{PDA} = \langle Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, Z_0, F \rangle$$

□ PDA'nın Geçiş Çizeneği

