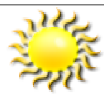
MÜƏLLİF: İBRAHİM ABBASOV

HAVA PROQNOZU

Gəlin ehtimal nəzəriyyəsinin əsasında meteorogiya mütəxəssislərinin hava haqqında proqnozlarını aid pyhon proqram paketində nümunə göstərərək: Üç tip hava növünü götürək:

GÜNƏŞLİ	YAĞMURLU	DUMANLI
		

Hava proqnozlaşdırması və hesabatları, müəyyən bir yerdə və zamandakı hava vəziyyəti ilə əlaqədar olaraq əlaqədar meteorologiya vahidləri tərəfindən nümayiş olunan məlumatlardır. Başqa ifadə ilə qeyd etsək hava proqnozlaşdırılması havanın keçmişdə (tarixi olaraq) olan hava müşahidələr əsasında sabah nə kimi hava olacaqını bildirir.
Gəlin Hava proqnozlaşdırılması üçün statistik model quraq :
Biz statistik olaraq
$\boldsymbol{bug}$ün $ki\ \ hava\ asılığını\ \boldsymbol{q_n}\ \ (\boldsymbol{n}-\ \ isə\ burda)\ g$ünü $bildirir,$
$\boldsymbol{d}$ü$\boldsymbol{n}$ə$\boldsymbol{n}\ \boldsymbol{is}$ə $\boldsymbol{q_{n-1}},$
$\boldsymbol{s\imath ra}$ğ$\boldsymbol{a}\ \boldsymbol{g}$ü$\boldsymbol{n}\ is$ə $\ \boldsymbol{q_{n-2}}\ v$ə $sair\ olaraq\ qeyd\ olunur.$
Biz istəyirik ki, aşağıdakı şərti ehtimalı tapaq :

$$\boldsymbol{P}(\boldsymbol{q_n}/\boldsymbol{q_{n-1}},\ \boldsymbol{q_{n-2},\dots,}\boldsymbol{q_1}) \qquad \textbf{(1)}$$

Model (1) - in mənası odur ki, **(n)** - günündə bilinməyən hava ehtimalı **,** $\boldsymbol{q_n} \in$ {  } asılıdır onun keçmiş günlərdə bilinən yəni $\boldsymbol{q_{n-1}},\ \boldsymbol{q_{n-2},\dots,}$ hava məlumatından asılıdır**.**

Model 1-dəki ehtimaldan istifadə edərək, biz hava tarixinin müşahidələrindən istifadə edərək, sabah və sonrakı günlər üçün hava tipinin ehtimal olunan proqnozlarını verə bilərik. Məsələn, əgər son üç gündə havanın xronoloji ardıcıllıqla {  } olduğunu bilsək, sabah yağışlı  olma ehtimalı aşağıdakı kimi verilir:

$\boldsymbol{P}\Big(\ \boldsymbol{q_4} =$  $\Big|\ \boldsymbol{q_3} =$  $, \boldsymbol{q_2} =$  $, \boldsymbol{q_1} =$  $\Big).$ **(2)**

Bu ehtimal hava ardıcıllığının (günəşli, günəşli, dumanlı, yağışlı) - {, , , }.
keçmiş müşahidələrinin nisbi tezliyindən (statistikadan) çıxarıla bilər.

Burada bir problem var: n nə qədər böyükdürsə, bir o qədər çox müşahidə toplamaq lazımdır. Tutaq ki, n = 6, onda biz $3^{(6-1)} = 243$ keçmiş tarix üçün statistik məlumat toplamağa məcburuq. Buna görə də, Markov fərziyyəsi adlanan sadələşdirici bir fərziyyə edəcəyik: $\{q_1, q_2, \ldots, q_n\}$ ardıcıllığı üçün:

$$P(q_n|q_{n-1}, q_{n-2}, \ldots, q_1) = P(q_n|q_{n-1}). \qquad (3)$$

Buna birinci dərəcəli Markov fərziyyəsi deyilir: biz deyirik ki, müəyyən müşahidənin n zamanındakı ehtimalı yalnız n − 1 zamanındakı $q_n - 1$ müşahidəsindən asılıdır. (İkinci dərəcəli Markov fərziyyəsi müşahidənin ehtimalına malik olardı zamanda n $q_n - 1$ və $q_n - 2$ -dən asılıdır.Ümumiyyətlə, insanlar Markov fərziyyəsi haqqında danışarkən adətən birinci dərəcəli Markov fərziyyəsini nəzərdə tuturlar.) Model 3 doğrudur (birinci dərəcəli) Markov modelidir və belə bir sistemin $\{q_i\}$ çıxış ardıcıllığı (birinci dərəcəli) Markov zənciridir.

Müəyyən ardıcıllığın ehtimalını da ifadə edə bilərik $\{q_1, q_2, \ldots, q_n\}$ (müəyyən keçmiş və cari müşahidələrin birgə ehtimalı) Markov fərziyyəsindən istifadə edərək:

$$P(q_1, \ldots, q_n) = \prod_{i=1}^{n} P(q_i|q_{i-1}). \qquad (4)$$

Markov fərziyyəsi statistik məlumatları tapmalı olduğumuz tarixlərin sayına çox böyük təsir göstərir – indi q_n, $q_{n-1} \in$ {, , } $q_{n-1} \in$ $-in$ hər bir mümkün kombinasiyası üçün bizə yalnız $3 \cdot 3 = 9$ ədəd lazımdır (P($q_n|q_{n-1}$)) {günəşli ,yağışlı ,dumanlı }) bütün mümkün ardıcıllıqların ehtimallarını xarakterizə etmək. Markov fərziyyəsi vəziyyətdən asılı olaraq etibarlı bir fərziyyə ola bilər və ya olmaya da bilər (hava vəziyyətində ehtimal ki, etibarlı deyil), lakin çox vaxt modelləşdirməni sadələşdirmək üçün istifadə olunur.

Beləliklə, Cədvəl 1–də göstərildiyi kimi $P(q_{sabah}|q_{bugün})$ üçün özbaşına bir neçə rəqəm seçək (qeyd edək ki, bu gün hava nə olursa olsun, sabah mütləq bir növ hava olacaq, buna görə Cədvəl 1-in hər sətrindəki ehtimallar birə bərabərdir).

Birinci dərəcəli Markov modelləri üçün bu ehtimallardan istifadə edərək ehtimal sonlu vəziyyət avtomatını çəkə bilərik. Hava sahəsi üçün S = {günəşli, yağışlı, dumanlı } $S = \{$  ,  ,  $\}$ vəziyyətimiz olacaq və hər gün $(P(q_n|q_{n-1}))$ şərtə uyğun olaraq (bəlkə də fərqli) vəziyyətə keçid ehtimalı olacaq. Cədvəl 1-də ehtimallar. Belə avtomat Şəkil 1-də göstərildiyi kimi görünür.

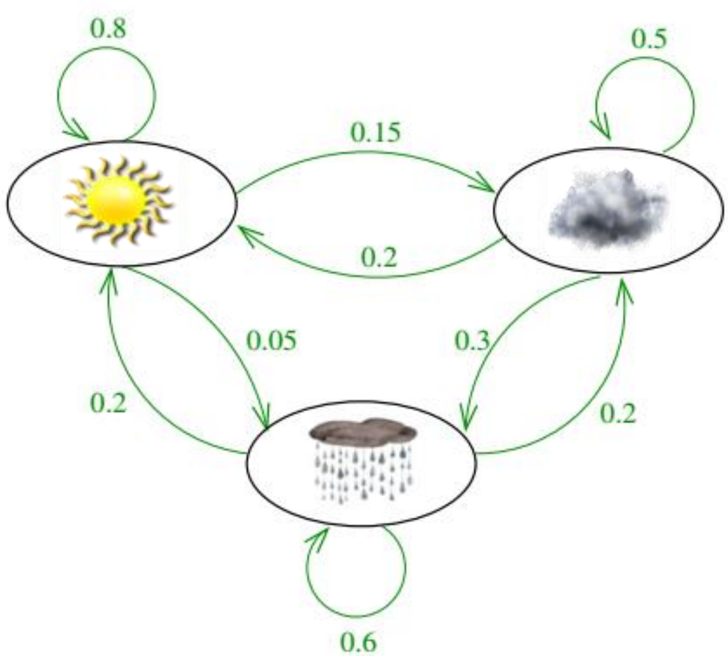
NÜMUNƏ

Bu gün havanın günəşli ( **) olduğunu nəzərə alsaq, sabahın günəşli (**  **), o biri gün isə yağışlı (**  **), olması ehtimalı nə qədərdir?**

Cədvəldəki Markov fərziyyəsindən və ehtimallardan istifadə edək.

Bugünün Havası	Sabahın Havası		
			
	**0.8**	**0.05**	**0.15**
	**0.2**	**0.6**	**0.2**
	**0.2**	**0.3**	**0.5**

Cədvəl 1: Bugünkü havaya əsasən sabahkı havanın$(P(q_{n+1}|q_n))$ ehtimalları



Cədvəl 1-də Markov fərziyyəsindən və ehtimallardan istifadə edərək, bu aşağıdakılara çevrilir:

$$P\left(q_2 = \;, q_3 = \;\middle|\; q_1 = \;\right)$$
$$= P\left(q_3 = \;\middle|\; q_2 = \;, q_1 = \;\right) * P\left(q_2 = \;\middle|\; q_1 = \;\right)$$
$$= P\left(q_3 = \;\middle|\; q_2 = \;\right) * P(q_2 = \;|q_1 = \;) \;(Markov\ F\text{ə}rziyy\text{ə}si)$$
$$= 0.05 * 0.8 = 0.04$$

```
# Keçid ehtimallarını müəyyənləşdirin
hava_ehtimalları = {
    'Günəşli': {'Günəşli': 0.8, 'Yağışlı': 0.05, 'Dumanlı': 0.15},
    'Yağışlı': {'Günəşli': 0.2, 'Yağışlı': 0.6, 'Dumanlı': 0.2},
    'Dumanlı': {'Günəşli': 0.2, 'Yağışlı': 0.3, 'Dumanlı': 0.5}
}

# Calculate the probability of sunny weather tomorrow and rainy weather the day after
ehtimalı_sabah_günəşli_ertəsi_gün_yağışlı = hava_ehtimalları['Günəşli']['Günəşli'] * hava_ehtimalları['Günəşli']['Yağışlı']

print(ehtimalı_sabah_günəşli_ertəsi_gün_yağışlı)
```

```
0.04000000000000001
```

2. Tutaq ki, dünən hava $q_1 =$ yağışlı idi və bu gün $q_2 =$ dumanlıdır, sabah $q_3 =$ günəşli olacağı ehtimalı nədir?

$$P\left(q_3 = \;\middle|\; q_2 = \;, q_1 = \;\right) = P\left(q_3 = \;\middle|\; q_2 = \;\right) = 0.2 \;(Markov\ F\text{ə}rziyy\text{ə}si)$$

```
# Keçid ehtimallarını müəyyənləşdirək.
keçid_ehtimalları = {
 'Günəşli': {'Günəşli': 0.8, 'Yağışlı': 0.05, 'Dumanlı': 0.15},
 'Yağışlı': {'Günəşli': 0.2, 'Yağışlı': 0.6, 'Dumanlı': 0.2},
 'Dumanlı': {'Günəşli': 0.2, 'Yağışlı': 0.3, 'Dumanlı': 0.5}
}

# Bu günün dumanlı olduğunu nəzərə alsaq (q2 = Dumanlı)
bugün_hava = 'Dumanlı'
sabah_hava = 'Günəşli'

# Sabahın günəşli olma ehtimalını hesablayaq.
ehtimal_sabah_günəşli = keçid_ehtimalları[bugün_hava][sabah_hava]

print("Sabah günəşli olacağı böyük ehtimalla:", ehtimal_sabah_günəşli,'- dir')
```

```
Sabah günəşli olacağı böyük ehtimalla: 0.2 - dir
```