

ODTÜ Bilgisayar Topluluğu'nun Bilim ve Teknik için hazırladığı bu sayfaya, bilgisayar bilimlerinin temel problemlerini tanıtmayı amaçlıyoruz. Bu problemler için herhangi bir dilde yazacağınız çözüm kodunu bteknik@tubitak.gov.tr adresine yollayabilirsiniz. Her ay sonunda o ayın çözümlerine ve yapılan değerlendirme sonucu topladığınız puanlara web sitemizden (www.biltek.tubitak.gov.tr) ulaşabilirsiniz. Yıl sonunda en fazla puan toplayan yarışmacıya özel bir ödül vereceğiz. İlgilenenler için ODTÜ Bilgisayar Topluluğu'nun web sitesi: <http://www.cclub.metu.edu.tr/biltek>

## Haberleşme

Pinar evde parti yapmaya karar verir. Telefonunda numarası kayıtlı olan okul arkadaşlarının hepsini arayıp davet eder ve onlardan da telefonlarında kayıtlı olan okul arkadaşlarının hepsini aramasını ister. Hatta zincirleme bir şekilde haberi alan herkesin arayabileceği bütün okul arkadaşlarını aramasını ister. Sizden istenen Pinar'ın partisine kaç kişinin davet edildiğini bulmak.

### Varsayımlar

- Okulda  $n$  adet öğrenci vardır ( $2 \leq n \leq 1000$ ).
- Her öğrencinin bir okul numarası vardır. Bu numaralar 1 ile  $n$  arasındadır ve herkesin numarası farklıdır.

- Pinar'ın öğrenci numarası 1'dir.

### Girdi

- Girdiler "haberlesme.gir" isimli dosyadan okunacaktır.
- İlk satırda öğrenci sayısını ifade eden  $n$  verilecektir.
- Takip eden  $n$  satırda, okul numarası 1 olan öğrenciden başlayarak sırasıyla bütün öğrencilerin telefonunda kayıtlı olan arkadaşlarının okul numarası verilecektir. Her satırda ilk önce bir adet tamsayı, o öğrencinin telefonunda kayıtlı okul arkadaş sayısını ifade edecek, daha sonra o sayı kadar tamsayı da telefonunda kayıtlı öğrencilerin okul numarasını gösterecektir.

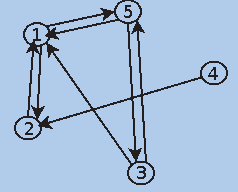
### Çıktı

- Çıktılar "haberlesme.cik" isimli dosyaya yazılmalı.
- Tek bir sayı bulunacaktır. Kaç kişinin davet edildiğini gösterecektir.

### Örnek

haberlesme.gir:

```
5
2 2 5
1 1
2 5 1
1 2
2 3 1
haberlesme.cik:
```



2, 3 ve 5 numaralı öğrencilere ulaşılmıştır.

## Haberleşme 2

AAA şirketinde çalışanlar arası haberleşme ilginç bir sistemle yürütülmektedir. Bu sisteme göre, her elemanın daha önceden belli ve değişmeyen listesi vardır ve toplantı olacağı zaman bu listedeki diğer bütün elemanlara kendisindeki bütün bilgileri ulaştırması gerekmektedir (kendisine başkalarından yeni gelen bilgiler de dahil). Yeni gelen müdür ilk toplantısını yaptıktan sonra farkeder ki, bu sistemde bir sorun vardır. Çünkü bütün belgeler herkese ulaşamamaktadır. Bunun üzerine müdür tüm elemanların listelerini alır ve onlara toplamda en az sayıda ekleme yaparak bu sorunu düzeltebileceğini söyler. Sizden istenen bu konuda yeni müdüre yardımcı olmanız.

### Varsayımlar

- Şirkette  $n$  adet çalışan vardır ( $2 \leq n \leq$

1000).

- Her çalışanın listesinde en az bir kişi vardır.
- Her çalışanın bir numarası vardır. Bu numaralar 1 ile  $n$  arasındadır ve herkesin numarası farklıdır.

### Girdi

- Girdiler "haberlesme2.gir" isimli dosyadan okunacaktır.
- İlk satırda çalışan sayısını ifade eden  $n$  verilecektir.
- Takip eden  $n$  satırda, 1 numaralı elemandan başlayarak sırasıyla bütün elemanların listeleri verilecektir. Her satırda ilk önce bir adet tamsayı, o elemanın listesindeki kişi sayısını ifade edecek, daha sonra o sayı kadar tamsayı da listesindeki elemanların numarasını gösterecektir.

### Çıktı

- Çıktılar "haberlesme2.cik" isimli dosyaya

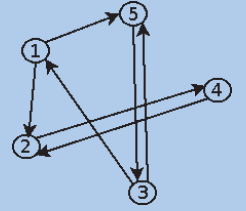
yazılmalıdır.

- Tek bir sayı bulunacaktır. Yapılması gereken ekleme sayısını vermelidir.

### Örnek

haberlesme2.gir:

```
5
2 2 5
1 4
2 5 1
1 2
1 3
```



haberlesme2.cik:

```
1
2 nolu elemanın listesine 1 nolu elemanı eklersek istenileni yapmış oluruz (farklı şekillerde de sorunu halledebiliriz).
```

## Geçen Sayımızdaki Soruların Çözümleri

### Yazı 1

Bu problem bilgisayar biliminde "Longest Common Substring" yani "en uzun ortak alt dizgi" olarak bilinir. Anlatacağım çözüm dinamik programlama kullanır ve bu problemin en verimli çözüm yöntemlerindedir. Dinamik programlama, genel olarak, sonucunu bildiğimiz küçük parçaları kullanarak büyük parçaları çözmeye esasına dayanır. Bu problemde şöyle bir çözüm yöntemi kullanılabilir:

Birinci dizgiye (yazıya)  $A$ , ikinci dizgiye  $B$  diyelim.

$A[j]$  ile birinci dizginin  $j$ 'nci karakterini,  $B[j]$  ile ikinci dizginin  $j$ 'nci karakterini ifade edelim.

$U(i, j)$ ,  $A$ 'nın ilk  $i$  adet karakterinin ve  $B$ 'nin ilk  $j$  adet karakterinin  $A[j]$  ve  $B[j]$ 'yi içeren en uzun ortak alt dizginin uzunluğu olsun. Örnek verecek olursak:

abcdefgh  
lmnbcldks

dizgilerini ele aldığımız zaman,  $U(4, 6) = 3$  olur (birinci dizginin 4. harfiyle ve ikinci dizginin 6. harfiyle biten en uzun ortak alt dizgi "bcd"dir).

$1 \leq i \leq m$  ve  $1 \leq j \leq n$  ve  $U(0, 0) = 0$ ,  $U(0, j) = 0$  ve  $U(i, 0) = 0$  diyelim. Bu durumda, Eğer  $A[j]$  ve  $B[j]$  aynı değilse:  $U(i, j) = 0$

Eğer  $A[j]$  ve  $B[j]$  aynı ise:  $U(i, j) = U(i-1, j-1) + 1$ .

Sorudaki örneğimizi hatırlayacak olursak, okadakabasakali okabasaoka dizgileri için şekildeki gibi  $U$ 'yu gösteren bir tablo oluşturabiliriz ( $U(i, j)$ ,  $i$  nolu sütun ve  $j$  nolu satırın değeri).

	o	k	a	d	a	k	a	b	a	s	a	k	a	l	i
o	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
k	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
d	3	0	0	0	3	0	1	0	2	0	1	0	1	0	2
a	4	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
s	5	0	0	0	1	0	1	0	1	0	4	0	1	0	1
a	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
k	7	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	6	0	1
a	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
k	9	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
a	10	0	0	0	3	0	1	0	2	0	1	0	1	0	2

Bu tabloyu sırayla satır satır giderek oluşturabiliriz. Bizden istenen cevap, yani iki dizginin en uzun ortak alt dizginin uzunluğu, bu tablonun en büyük elemanıdır (bizim örneğimizde 6). Herhangi  $A$  ve  $B$  için benzer bir tablo oluşturarak çö-

zümeye ulaşabiliriz.

Bellekten kazanmak için tablonun tamamını tutmayız. Sadece tek satır bilgi tutmak yeterlidir.

### Yazı 2

Bu soruda da ilk soruda kullandığımız gibi dinamik programlama kullanarak ve benzer bir çözüm yolu izleyerek sonuca ulaşabiliriz.

$0 \leq i \leq m$ ,  $0 \leq j \leq n$ ,  $0 \leq k \leq p$ ,  $0 \leq l \leq q$  diyelim.  $A[i, j]$  birinci dikdörtgenin  $i$ 'nci satır ve  $j$ 'nci sütunundaki karakter,  $B[k, l]$  ikinci dikdörtgenin  $k$ 'nci satır ve  $l$ 'inci sütunundaki karakter olsun.

Eğer  $i=0$  veya  $j=0$  veya  $k=0$  veya  $l=0$  veya  $A[i, j] \neq B[k, l]$  ise  $U(i, j, k, l) = 0$ ,

Diğer durumlarda  $U(i, j, k, l) = \min\{U(i, j-1, k, l-1), U(i-1, j, k-1, l), U(i-1, j-1, k-1, l-1)\} + 1$  diyebiliriz. 4 boyutlu  $U$  tablosunu oluşturursak, bu tablonun en büyük elemanı bizi sorunun cevabına ulaştırır.

Bellekten kazanmak için  $U$  tablosunun tamamını tutmayız. 3 boyutlu bir  $U$  tablosu yeterli olacaktır.