

Hücresel Ağlarda Kanal Planlama Problemine Tabu Araması Yaklaşımı

Didem Gözüpek

Gaye Genç

Boğaziçi Üniversitesi, Bilgisayar
Mühendisliği

Akademik Bilişim, 2009

Kanal Planlama Problemi (KPP)

- Frekansların baz istasyonlarına
 - Hücrelerin trafik gerekliliklerini karşılayacak
 - Girişim kısıtlarını bozmayacak şekilde atanmasıdır.
- NP-tam problem
- Tabu araması

Problem Tanımı-1

- N : Toplam hücre sayısı
- M : Toplam boş frekans kanalı sayısı
- m_k : Kanal k , $k \in (1,2,\dots,M)$
- Girişim kısıtları:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1N} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2N} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & x_{ij} & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ x_{N1} & x_{N2} & \dots & x_{NN} \end{bmatrix}$$

- $x_{ij}=1$; i ve j aynı frekansı kullanamıyorlarsa, 0 kullanabiliyorlarsa.
- Kanallar arası girişim kısıtları=katı gereksinimler

Problem Tanımı-2

- $t_i = i$ hücresi tarafından talep edilen frekans sayısı
- $\mathbf{T} = [t_i] =$ Kanal talep vektörü, $i \in (1, 2, \dots, N)$
- KPP: M tane frekans kanalı ve her biri t_i kadar frekans talep eden N tane hücre olacak şekilde,
büyüklüğü $N \times M$ olan en iyi kanal atama matrisi \mathbf{A} 'yı bulmak

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1M} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2M} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & a_{ik} & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{N1} & a_{N2} & \dots & a_{NM} \end{bmatrix}$$

$a_{ik} = 1$; eğer m_k kanalı i hücrelerine atanmışsa; 0 atanmamışsa

Problem Tanımı-3

- Bir kanal ataması, hem trafik talebi hem de girişim kısıtları sağlandığında kabul edilebilir:

- *Trafik Talebi Kısıtı:* $\sum_{k=1}^C a_{ik} = t_i, \forall i$

- *Girişim Kısıtı:* $|m_k - m_l| \geq x_{ij}$

eğer m_k ve m_l sırasıyla i ve j hücrelerine atanmış kanallar ise

- *Amaç Fonksiyonu:* Kısıt ihlallerini en aza indirme

$$F = \sum_{i=1}^N (t_i - \sum_{k=1}^C a_{ik})^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^C \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^N \sum_{l=1}^C x_{ij} a_{ik} a_{jl}$$

Tabu Araması-1

- *Hamle*: Şimdiki çözüme yapılan küçük sarsım (pertürbasyon)

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

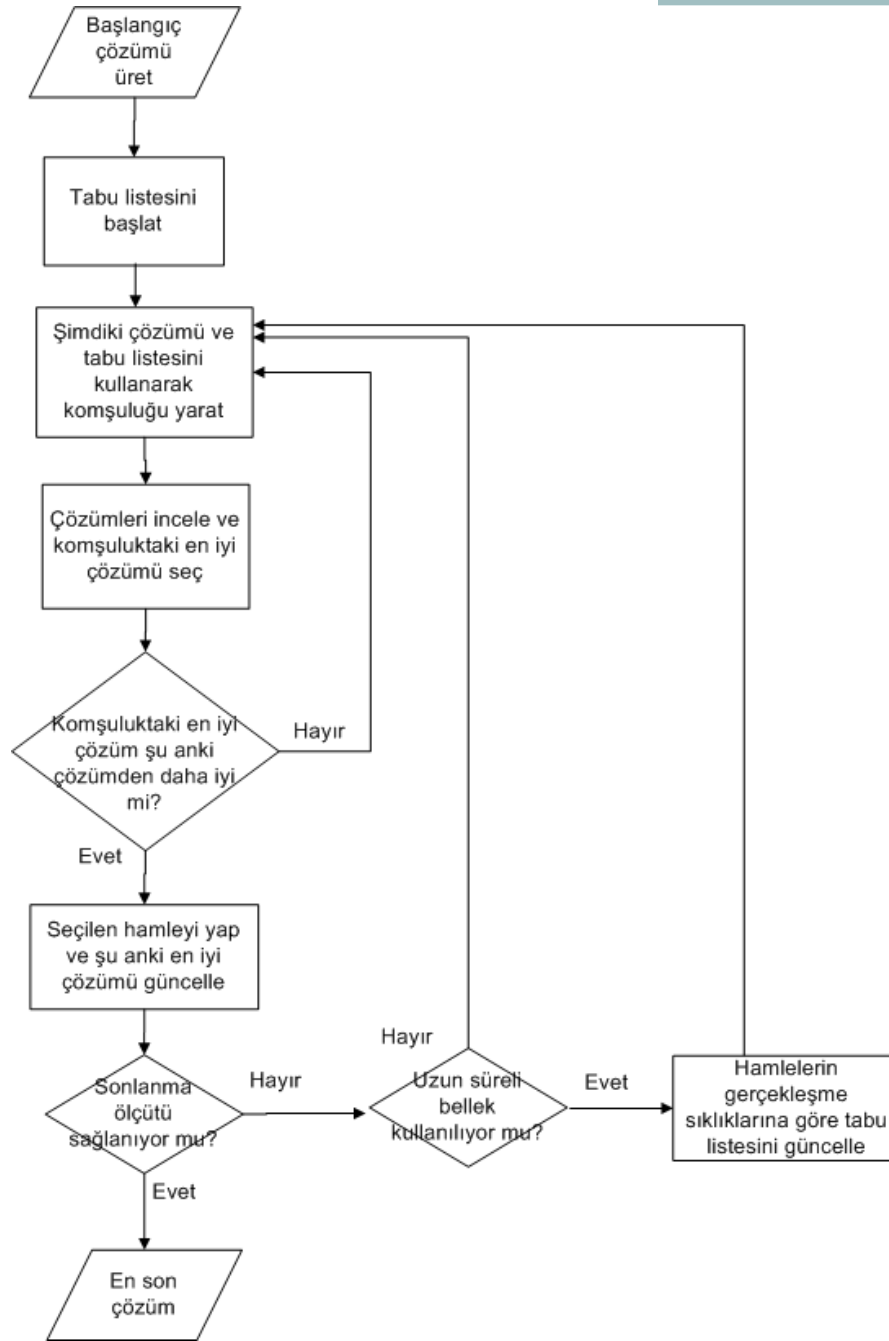
- *Tabu süresi*
- *Tabu listesi*: NxN matris
- Kısa süreli ve uzun süreli bellek

Tabu Araması-2

- [1]'deki tabu süresi: $TN_j = \frac{(M - t_j) * S}{2 * t_j}$
- Bizim uyguladığımız: $TN_j = \frac{(M - t_j) * S}{200 * t_j}$
- M: Toplam boş kanal sayısı
- t_j : j hücrelerinin frekans kanalı talebi
- S: Komşuluk büyüklüğü
- *Sonlanma Ölçütü:*
 - *Azami yineleme sayısı: N_{azami}*
 - *Amaç fonksiyonununun sıfır olması*
 - *Çözümün ($N_{azami}/4$) kadar döngü boyunca daha iyi bir çözüme ulaşmaması*

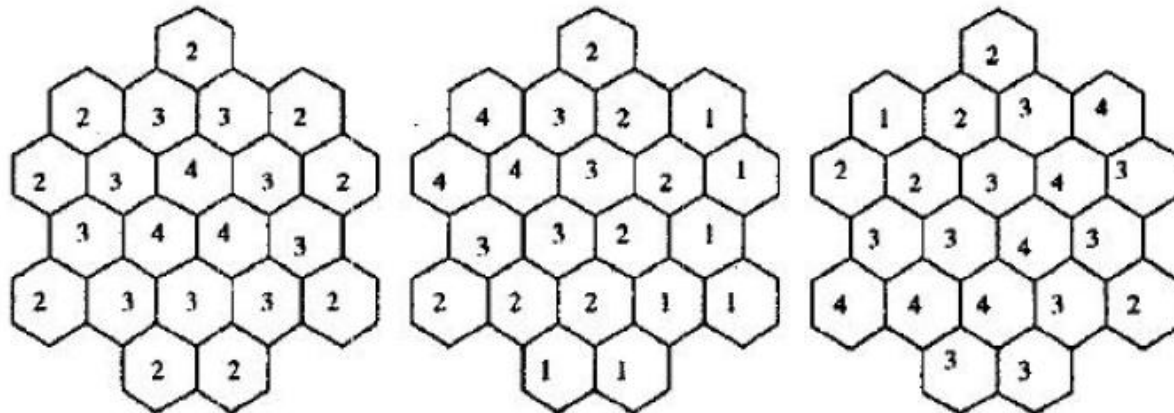
Uzun Süreli Bellek

- Belli bir hamlenin hangi sıklıkla çözüm içinde yer aldığı: $FM_{jk} = \frac{B_{jk}}{T}$
- B_{jk} : İlgili kanal atamasının kaç kez çözüm içinde yer aldığı
- T : O ana kadar olan toplam döngü sayısı
- $TR_j = \frac{2 * t_j}{(M - t_j) * S}$: Sıklık eşik değeri
- Eğer $FM_{jk} > TR_j$ ise, hamle tabu olarak işaretlenir.



Benzetim Çalışması Sonuçları-1

- 21 hücre, 12 boş frekans kanalı
 - Homojen frekans talebi: 4 örüntü, her hücrenin c tane kanal talebi olacak şekilde, $c \in \{1,2,3,4\}$
 - Heterojen frekans talebi :



Benzetim Çalışması Sonuçları-2

- Parametreler:

Eğer:

- $N_{azami}=100$ kadar döngü geçmişse
 - 25 yineleme boyunca daha iyi çözüme ulaşılamadıysa
 - Amaç fonksiyonu=0 elde edildiyse, algoritma sonlandırılır.
- Ortalamalar 10 koşturma üzerinden alınmıştır.

Benzetim Çalışması Sonuçları-3

Tablo 1. Homojen trafik dağılımı sonuçları

Trafik Talep Türü	Ortalama Amaç Fonksiyonu Değeri			Ortalama Yineleme Sayısı		
	Uzun süreli belleksiz tabu araması	Uzun süreli bellekli tabu araması	Genetik algoritma [2]	Uzun süreli belleksiz tabu araması	Uzun süreli bellekli tabu araması	Genetik algoritma [2]
1	0	0	27	3.1	3.4	170
2	0	0	21	12.2	11.9	195
3	3.3	3.5	27.2	51.8	51.5	198
4	15.6	17.2	38.6	68.4	65.2	196

Benzetim Çalışması Sonuçları-4

Tablo 2. Heterojen trafik dağılımı sonuçları

Trafik Talep Türü	Ortalama Amaç Fonksiyonu Değeri			Ortalama Yineleme Sayısı		
	Uzun süreli belleksiz tabu araması	Uzun süreli bellekli tabu araması	Genetik algoritma [2]	Uzun süreli belleksiz tabu araması	Uzun süreli bellekli tabu araması	Genetik algoritma [2]
1	4.7	4.4	29	55.3	56.1	175
2	2	2.3	25.4	42.6	44.8	186
3	5.5	6.4	28.8	57.6	55.6	192

Sonuçlar

- Tabu arama yöntemleri genetik algoritma tabanlı çözümlerden [2] hem amaç fonksiyonu, hem de yineleme sayısı bakımından daha iyi sonuçlar vermektedir.
- Uzun süreli bellek kullanımı, [1]'dekine benzer şekilde, sonuçları çok az etkilemektedir.
- Araştırma olanağı olarak katı olmayan gereksinimler de modellenabilir (Aynı hücre içindeki frekansların birbirinden belli bir miktarda uzak olması gibi kısıtlar)

Kaynakça

1. Y. Peng, L. Wang, and B. Soong, “Optimal channel assignment in cellular systems using tabu search,” in Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2003. PIMRC 2003. 14th IEEE Proceedings on, vol. 1, 2003.
2. F. Jaimes-Romero, D. Munoz-Rodriguez, and S. Tekinay, “Channel assignment in cellular systems using genetic algorithms,” in Vehicular Technology Conference, 1996. 'Mobile Technology for the Human Race', IEEE 46th, vol. 2.