

ÖZET

BEŞİNCİ NESİL HÜCRESEL HABERLEŞME SİSTEMLERİNDE NUMEROLOJİ KENARLARINDAKİ KULLANICILARIN BELİRLENMESİ YÖNTEMİ

5

Buluş, 5G ve sonrası hücresel haberleşme sistemlerinde bir baz istasyonunun karma numeroloji yapıları ile hizmet verdiği kullanıcılar arasında oluşan numerolojiler arası girişimin etkilerini, numeroloji kenarlarındaki kullanıcıların en uygun şekilde belirlenmesiyle en aza indirmeyi hedefleyen beşinci nesil hücresel haberleşme sistemlerinde numeroloji kenarlarındaki kullanıcıların belirlenmesi yöntemi ile ilgilidir.

10

İSTEMLER

- 5 1. Buluş, 5G ve sonrası hücrel haberleşme sistemlerinde bir baz istasyonunun karma numeroloji yapıları ile hizmet verdiği kullanıcılar arasında oluşan numerolojiler arası girişimin etkilerini en aza indirmeyi hedefleyen beşinci nesil hücrel haberleşme sistemlerinde numeroloji kenarlarındaki kullanıcıların belirlenmesi yöntemi ile ilgili olup, özelliği; numeroloji-1 (1), numeroloji-2 (2), merkez kullanıcılar (3), kenar kullanıcılar (4) kısımlarından oluşan, frekans uzayında farklı numerolojilerin birbirlerine en yakın olan
- 10 kenarlar kullanıcıları (4) üzerinde meydana gelen yoğun girişim etkilerini en aza indirmeyen yöntemin ilk kısmı ve numerolojilerin frekans uzayında birbirlerine bakan kenar kullanıcıları (4) haricinde numerolojilerin iç taraflarındaki merkez kullanıcılar (3) üzerindeki girişim etkilerini de azaltan yöntemin ikinci kısmını içermesi ile karakterize edilir.
- 15 2. İstem 1'e uygun, beşinci nesil hücrel haberleşme sistemlerinde numeroloji kenarlarındaki kullanıcıların belirlenmesi yöntemi ile ilgili olup, özelliği; aşağıdaki işlem basamaklarını içermesi ile karakterize edilir:
- 20 • Farklı numerolojilerdeki kullanıcılar birbirleriyle eşleştirilerek olabilecek tüm eşleşme olasılıkları için iki kullanıcı arası güç seviyesi farklılıkları azdan çoğa doğru sıralanır,
- 25 • Güç seviyesi farkının en az olduğu durum temel alınarak bu durumdaki güç seviyesine yakın bir eşik değeri hesaplanır,
- Hesaplanan eşik değeri kullanılarak, bu eşik değerden küçük olan güç seviyesi farklılıklarından bir grup oluşturulur,
- Bu grupta yer alan her bir kullanıcı çifti için güç seviyelerinin ortalaması alınır,
- Güç seviyelerinin ortalamalarından en düşük olan kullanıcı çifti frekans uzayında numerolojilerin kenar kullanıcıları (4) olarak konumlandırılır,
- 30 • Diğer kullanıcıların frekans uzayındaki yerleşimi esnek bırakılır.

TARİFNAME

BEŞİNCİ NESİL HÜCRESEL HABERLEŞME SİSTEMLERİNDE NUMEROLOJİ KENARLARINDAKİ KULLANICILARIN BELİRLENMESİ YÖNTEMİ

5

Teknik Alan

Buluş, 5G ve sonrası hücresel haberleşme sistemlerinde bir baz istasyonunun karma numeroloji yapıları ile hizmet verdiği kullanıcılar arasında oluşan numerolojiler arası girişimin etkilerini, numeroloji kenarlarındaki kullanıcıların en uygun şekilde belirlenmesiyle en aza indirmeyi hedefleyen beşinci nesil hücresel haberleşme sistemlerinde numeroloji kenarlarındaki kullanıcıların belirlenmesi yöntemi ile ilgilidir.

Buluşun Altyapısı

15

Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (ETSI) 3. Nesil Ortaklık Projesi (3GPP) tarafından yayımlanmış olan 5. Nesil (5G) standart dokümanları temel alındığında, 5G sistemlerinin daha önceki hücresel haberleşme sistemleri ile olan en temel farkı, uygulama çeşitliliğinin ve bu kapsamdaki sistem esnekliğinin 5G ile beraber oldukça artmış olması şeklinde görülmektedir.

20

Tekniğin bilinen durumunda, 5G ile beraber ilk defa ortaya çıkan karma numeroloji yapıları sistem esnekliği noktasında en önemli görevlerden birini almaktadır. 5G sistemlerine kadarki haberleşme sistemlerinde tüm kullanıcılar için aynı anda sadece tek bir parametre kümesi kullanılabilmekteyken, karma numeroloji yapıları sayesinde farklı tipteki kullanıcılar için farklı numeroloji yapılarının kullanılabilmesi mümkün hale gelmektedir.

25

Karma numeroloji yapıları sayesinde sistem esnekliği oldukça artsa da, bir olumsuz sonuç olarak, frekans uzayında farklı numerolojiler arası girişim oluşmaktadır. Bu girişim, diğer tip girişimlerden ziyade, farklı numerolojilerin birbirlerini olumsuz etkilemesinden kaynaklanan bir girişim olmaktadır.

30

Buluş konusu, beşinci nesil hücresel haberleşme sistemlerinde numeroloji kenarlarındaki kullanıcıların belirlenmesi yöntemi ile numerolojiler arası girişim sorununa bir çözüm olarak, frekans uzayında numeroloji kenarlarına yerleştirilecek kullanıcıların en uygun şekilde seçilmesiyle farklı kullanıcıların bu girişimden en az etkileneceği amaçlanmaktadır. Bu sayede 5G ve sonrası hücresel haberleşme sistemlerinin iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır.

Buluşun Çözümünü Amaçladığı Teknik Problemler

10 Söz konusu buluş, 5G ve sonrası hücresel haberleşme sistemlerinde bir baz istasyonunun karma numeroloji yapıları ile hizmet verdiği kullanıcılar arasında oluşan numerolojiler arası girişimin etkilerini en aza indirmeyi hedefleyen bir yöntemden oluşmaktadır. Bu yöntemin ilk kısmı, frekans uzayında farklı numerolojilerin birbirlerine en yakın olan kenar kullanıcıları (4) üzerinde meydana gelen yoğun girişim etkilerini en aza indirmektedir. Yöntemin ikinci kısmı ise, numerolojilerin frekans uzayında birbirlerine bakan kenar kullanıcıları (4) haricinde numerolojilerin iç taraflarındaki merkez kullanıcılar (3) üzerindeki girişim etkilerini de azaltmaktadır.

20 Buluşun yapısal ve karakteristik özellikleri ve tüm avantajları aşağıda verilen şekiller ve yazılan ayrıntılı açıklama sayesinde daha net olarak anlaşılacaktır ve bu nedenle değerlendirmenin de bu şekiller ve ayrıntılı açıklama göz önünde bulundurularak yapılması gerekmektedir.

Buluşun Açıklanmasına Yardımcı Şekiller

25

Şekil 1: Beşinci nesil hücresel haberleşme sistemlerinde numeroloji kenarlarındaki kullanıcıların belirlenmesi yöntemine ait grafik

Buluşun Açıklanmasına Yardımcı Referans Numaraları

30

1. Numeroloji-1
2. Numeroloji-2
3. Merkez kullanıcılar
4. Kenar kullanıcılar

Buluşun Detaylı Açıklanması

5 Buluş konusu, beşinci nesil hücresele haberleşme sistemlerinde numeroloji kenarlarındaki kullanıcıların belirlenmesi yöntemi, sınırlayıcı hiçbir etki oluşturulmayacak şekilde aşağıda detaylı olarak açıklanmaktadır.

10 Buluş, 5G ve sonrası hücresele haberleşme sistemlerinde bir baz istasyonunun karma numeroloji yapıları ile hizmet verdiği kullanıcılar arasında oluşan numerolojiler arası girişimin etkilerini en aza indirmeyi hedefleyen bir yöntemdir. Bu yöntemin ilk kısmı, frekans uzayında farklı numerolojilerin birbirlerine en yakın olan kenar kullanıcıları (4) üzerinde meydana gelen yoğun girişim etkilerini en aza indirmekte ve ikinci kısmı, numerolojilerin frekans uzayında birbirlerine bakan kenar kullanıcıları (4) haricinde numerolojilerin iç taraflarındaki merkez kullanıcılar (3) üzerindeki girişim etkilerini de azaltmaktadır.

15

Şekil 1 ile frekans uzayında yer alan herhangi iki farklı numeroloji ve bu numerolojilere atanmış kullanıcıların frekans uzayındaki konumları ile güç seviyeleri gösterilmektedir. Bu grafikte, aynı numerolojiye atanmış kullanıcılar frekans uzayında birbirleri üzerine gelmeyecek şekilde ve ardışık olarak sıralanmıştır. Farklı 20 numerolojiler arasında frekans uzayında koruma bandı ya da bandsız olarak kullanılabilir.

Şekil 1 de gösterilen $U_{1,2}, U_{1,2}, \dots, U_{1,D}$ Numeroloji-1 (1) parametrelerini kullanacak olan kullanıcılarıdır. $U_{2,1}, U_{2,2}, \dots, U_{2,E}$ ise Numeroloji-2 (2) parametrelerini kullanacak 25 olan kullanıcıları temsil etmektedir. Numeroloji-1 (1) için toplam D sayıda kullanıcı, Numeroloji-2 (2) için ise toplam E sayıda kullanıcı bulunmaktadır. $U_{1,D}$ ve $U_{2,E}$ kullanıcıları iki numerolojinin frekans uzayında birbirlerine en yakın oldukları kenarlarda bulunmakta ve kenar kullanıcılar (4) olarak tanımlanmaktadır. $U_{1,1}$ ve $U_{2,1}$ ise iki numerolojinin frekans uzayında birbirlerine en uzak olan kullanıcılarıdır. $U_{1,D}$ ve 30 $U_{2,E}$ kullanıcıları haricindeki diğer kullanıcıların hepsi merkez kullanıcılar (3) olarak adlandırılmaktadır. Tüm kullanıcıların güç seviyelerinin farklı olabileceği varsayımı kabul edilmektedir. Bu kapsamda, $U_{1,2}, U_{1,2}, \dots, U_{1,D}$ kullanıcılarının güç seviyeleri $P_{1,2}, P_{1,2}, \dots, P_{1,D}$ olarak; $U_{2,1}, U_{2,2}, \dots, U_{2,E}$ kullanıcılarının güç seviyeleri ise $P_{2,1}, P_{2,2}, \dots, P_{2,E}$ olarak alınmıştır.

İki numeroloji içerisindeki birer kullanıcının birbirleriyle çift olarak düşünülmesi durumunda toplam DxE sayıda kullanıcı çifti olmaktadır. Buluşa konu olan yöntemin ilk kısmında, kullanıcı çiftleri arasındaki güç seviyeleri en azdan en çoğa doğru sıralanmaktadır. Güç seviyesi farkının en az olduğu durumdaki kullanıcı çiftinin numeroloji kenarlarına yerleştirilmesi, kenar kullanıcılar (4) üzerinde meydana gelen yoğun girişim etkilerinin en aza indirgenmesini sağlamaktadır. Bu amaca yönelik olarak, aşağıdaki denklem kullanılarak kullanıcı çiftleri (s,t) arasındaki güç seviye farkları hesaplanmaktadır. Bu denklemde, Numeroloji-1 (1) ile ilişkili kullanıcı s ile; Numeroloji-2 (2) ile ilişkili kullanıcı ise t ile gösterilmektedir.

$$PO(s, t) = |P_{1,s} - P_{2,t}|$$

Güç seviyesi farkının en az olduğu durumdaki kullanıcı çiftleri aşağıdaki denklem ile bulunmaktadır.

15

$$(s, t)^* = \underset{(s,t)}{\operatorname{argmin}} PO(s, t)$$

Buluşa konu olan yöntemin ikinci kısmında, kenar kullanıcıları (4) haricinde numerolojilerin iç taraflarındaki merkez kullanıcılar (3) üzerindeki girişim etkileri de azaltılmaya çalışılmaktadır. Bu doğrultuda, aşağıdaki denklem kullanılarak bir eşik değeri, TH_p , elde edilmektedir. TH_p eşik değeri, kullanıcı çiftleri açısından kabul edilebilir en fazla güç seviyesi farkıdır. Güç seviye farkları bu eşik değerinden daha az olan kullanıcı çiftleri seçilerek **H** vektörü oluşturulmaktadır.

20

$$TH_p = r \times PO(s, t)^*$$

Yukarıdaki denklemde $r \geq 1$ katsayısı, farklı durumlar için değiştirilebilmektedir. Eğer r katsayısı artarsa, **H** vektörü içerisindeki kullanıcı çifti sayısı artmaktadır. Eğer $r = 1$ şeklinde seçim yapılırsa **H** vektörü tek bir kullanıcı çiftinden oluşmaktadır ve bu kullanıcı çifti, güç seviyesi farkının en az olduğu durumu göstermektedir.

25

Sonraki aşamada, **H** vektörü içerisindeki her bir kullanıcı çiftine ait güç seviyelerinin ($P_{1,s}$ ve $P_{2,t}$) ortalaması alınarak **H** vektörü ile aynı sayıda eleman içeren **PL** vektörü oluşturulmaktadır. Ardından, **PL** vektörü elemanları arasında en düşük ortalama güç seviyesi ve bu değere karşılık gelen kullanıcı çifti aşağıdaki denklemle elde edilmektedir.

$$(s, t)^* = \underset{(s, t)}{\operatorname{argmin}} \mathbf{PL}$$

Yukarıdaki denklemle bulunan kullanıcı çiftinin frekans uzayında numeroloji kenarlarına yerleştirilmesi sonucunda, kenar kullanıcılara (4) ek olarak merkez kullanıcılar (3) da numerolojiler arası girişimden daha az etkilenmektedir. Fakat, bir numerolojiye ait kenar kullanıcısının frekans uzayında kapladığı bant genişliği yüksek ise, diğer numerolojinin kenar kullanıcısının oluşturacağı girişim etkileri bu geniş bant üzerinde oldukça azalmaktadır. Bu durumda yüksek geniş bantta sahip kenar kullanıcısının olduğu taraftaki merkez kullanıcılar (3) diğer numerolojinin sebep olduğu girişimden çok etkilenmemektedir. Böyle bir durumda, buluşun ikinci kısmının önemi azalırken, ilk kısım önemini muhafaza etmektedir.

Söz konusu buluş sayesinde, farklı numerolojilerin hem kenar kullanıcılarının (4) hem de merkez kullanıcılarının (3) sinyal-girişim oranlarında iyileşme sağlanmaktadır. 5G ve sonrası kablosuz haberleşme sistemleri için önemli bir performans göstergesi olan kullanıcılar arası eşitlik açısından bakıldığında, buluşa konu olan yöntem ile birlikte kullanıcılar arasındaki sinyal-girişim oranı eşitsizliğinin giderildiği görülmektedir. Ayrıca, sadece kenar kullanıcıların (4) karar verilmesi üzerine yoğunlaşarak diğer kullanıcıların frekans uzayında konumlandırılmasına karışılmadığından dolayı bu kapsamdaki esneklik de korunmuş olmaktadır. Böylece baz istasyonuna ek bir yük getirilmemektedir.

Buluşa konu beşinci nesil hücresel haberleşme sistemlerinde numeroloji kenarlarındaki kullanıcıların belirlenmesi yöntemi işleyişine ait işlem basamakları aşağıdaki gibidir:

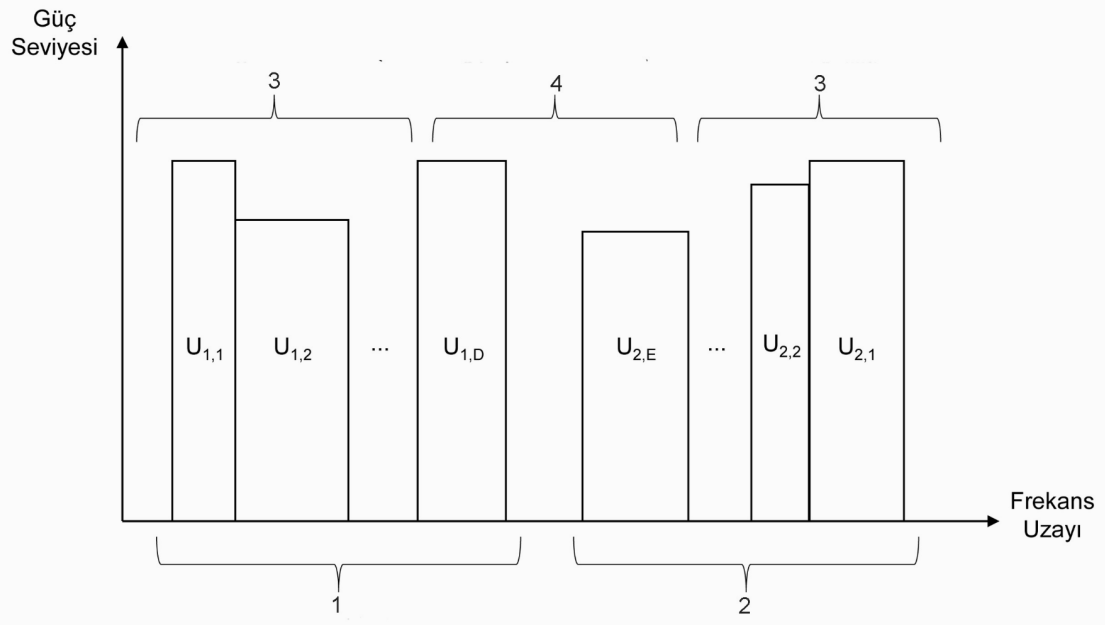
- Farklı numerolojilerdeki kullanıcılar birbirleriyle eşleştirilerek olabilecek tüm eşleşme olasılıkları için iki kullanıcı arası güç seviyesi farklılıkları azdan çoğa doğru sıralanır,
- Güç seviyesi farkının en az olduğu durum temel alınarak bu durumdaki güç seviyesine yakın bir eşik değeri hesaplanır,
- Hesaplanan eşik değeri kullanılarak, bu eşik değerden küçük olan güç seviyesi farklılıklarından bir grup oluşturulur,
- Bu grupta yer alan her bir kullanıcı çifti için güç seviyelerinin ortalaması alınır,
- Güç seviyelerinin ortalamalarından en düşük olan kullanıcı çifti frekans uzayında numerolojilerin kenar kullanıcıları (4) olarak konumlandırılır,
- Diğer kullanıcıların frekans uzayındaki yerleşimi esnek bırakılır.

Her istemde bahsi geçen teknik ve diğer tüm özellikleri bir referans numarası takip etmekte olup, bu referans numaraları sadece istemleri anlamayı kolaylaştırmak adına kullanılmıştır, dolayısıyla bunların örneklendirme amaçlı olarak bu referans numaraları ile belirtilen elemanlardan hiçbirinin kapsamını sınırladığı düşünülmemelidir.

Teknikte uzman bir kişinin buluşta ortaya konan yeniliği, benzer yapılanmaları kullanarak da ortaya koyabileceği ve/veya bu yapılanmayı ilgili teknikte kullanılan benzer amaçlı diğer alanlara da uygulayabileceği açıktır. Dolayısıyla böyle yapılanmaların yenilik ve özellikle tekniğin bilinen durumunun aşılması kriterinden yoksun olacağı da aşîkârdır.

25 **Buluşun Sanayiye Uygulanma Biçimi**

5G baz istasyonlarının tasarlanması ve üretilmesi sırasında buluşa konu yöntemin bu baz istasyonlarında uygulanması gerekebilecektir. Hücresel haberleşme altyapısından yararlanacak olan kullanıcıların, yani sim kart takılabilen farklı cihazların arasındaki sinyal-girişim oranı eşitliğinin sağlanması bu buluş yardımıyla kolaylaşmaktadır. Bu kapsamda buluşa konu olan yöntem, 5G altyapısını kullanacak baz istasyonları, cep telefonları ve sim kart takılabilen diğer kullanıcı birimleri açısından faydalı olmaktadır.



Şekil 1