ÖZET

MAKRO- ÇEŞİTLİLİK İLE GÜVENİLİR KABLOSUZ HABERLEŞME SİSTEMİ

Bu buluş, hava-yer ve yer-yer arası büyük ölçekli sönümlenme etkilerinin farklılığından yararlanan, farklı kanal yayılım karakteristiklerini kullanarak haberleşme ağlarında büyük ölçekli sönümlenmeye karşı çeşitlilik ve koruma sağlayan ve kablosuz iletişimin güvenilirliğini arttıran bir sistem (1) ile ilgilidir. Sistem (1) herhangi bir iletişim ağında ağ operatörleri veya bireysel kullanıcılar veya bunların herhangi bir kombinasyonu tarafından endüstriyel/ticari faaliyetlere uygulanarak kullanılabilmektedir.

İSTEMLER

1. Hava-yer ve yer-yer arası büyük ölçekli sönümlenme etkilerinin farklılığından yararlanan, farklı kanal yayılım karakteristiklerini kullanarak haberleşme ağlarında büyük ölçekli sönümlenmeye karşı çeşitlilik ve koruma sağlayan ve kablosuz iletişimin güvenilirliğini arttıran bir sistem (1) olup, **özelliği**;

- ❖ kullanıcıya ait olan ve yüksek güvenilirlikte kablosuz haberleşme yapmak isteyen kullanıcı ekipmanı (2),
- ❖ kullanıcı ekipmanının (2) kablosuz iletişim kurabilmesi amacıyla çalışma gerçekleştiren ve sahip olduğu hücreye karadan hizmet veren birincil TBS (3),
- ❖ kablosuz iletişim kurulması amacıyla çalışma gerçekleştiren, birincil TBS'nin (3) komşu hücresine karadan hizmet veren, kullanıcı ekipmanı (2) birincil TBS'nin (3) hizmet verdiği hücrenin sınırlarındayken haberleşmenin kesilmemesi için birincil TBS'ye (3) yardım eden ve böylelikle makro çeşitlilik sağlayan ikincil TBS (4) ve
- ❖ birincil TBS'nin (3) komşu hücrelerine havadan hizmet veren, birincil TBS (3) ve ikincil TBS'nin (4) karasal olmaları ve birincil TBS (3) ve ikincil TBS'nin (4) kanal modellerinin aynı kalması nedeniyle, sinyalin aynı karakteristikteki yol kaybı ve blokaj etkisine maruz kalabilmesi ihtimali nedeniyle haberleşmenin kesilmemesi için yardımcı olan, ikincil TBS'den (4) kanal modeli farklı olduğu için, kullanıcı ekipmanının (2) lokasyonu ve ihtiyaçlarına göre uygun iletim noktası seçilmesini sağlayan, çeşitlilik kazancı için MRC birleştirme tekiniğini kullanan ve tüm bu işlemler sayesinde aynı sinyalin farklı kanal etkilerine maruz kalıp kullanıcı ekipmanına (2) ulaşmasını sağlayan FBS (5)

içermesidir.

TARİFNAME

MAKRO- ÇEŞİTLİLİK İLE GÜVENİLİR KABLOSUZ HABERLEŞME SİSTEMİ

Teknik Alan

Bu buluş, hava-yer ve yer-yer arası büyük ölçekli sönümlenme etkilerinin farklılığından yararlanan, farklı kanal yayılım karakteristiklerini kullanarak haberleşme ağlarında büyük ölçekli sönümlenmeye karşı çeşitlilik ve koruma sağlayan ve kablosuz iletişimin güvenilirliğini arttıran bir sistem ile ilgilidir.

Tekniğin Bilinen Durumu

Kablosuz yayılım, yol kaybı (path loss), blokaj (shadowing) ve küçük ölçekli sönümleme (multipath) olmak üzere üç fenomen tarafından engellenir. Bu üç etki arasında, yol kaybı ve blokaj etkisi büyük ölçekli sönümlenme olarak adlandırılır ve küçük ölçekli sönümlemeye karşı baskındırlar. Büyük ölçekli sönümlenmeler iletilen sinyali alıcı için yararlı olmayacak şekilde zayıflatabilirler.

Günümüzde güvenilirliği arttırmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar;

- Link adaptasyonu (Link adaptation): Modulasyon ve kodlama tekniklerinin adaptive kullanılması (Shariatmadari, H., Li, Z., Uusitalo, M. A., Iraji, S., & Jäntti, R. (2016). Link adaptation design for ultra-reliable communications. *IEEE International Conference on Communications (ICC)*, pp. 1-5)

- Arayüz çeşitliliği (Interface diversity) (Nielsen, J. J., Liu, R., & Popovski, P. (2017). Ultra-reliable low latency communication using interface diversity. *IEEE Transactions on Communications*, *66*(2), 1322-1334)

- Ağ yoğunlaştırma (Network densification) (Popovski, P., Nielsen, J. J., Stefanovic, C., De Carvalho, E., Strom, E., Trillingsgaard, K. F., ... & Sorensen, R. B. (2018). Wireless access for ultra-reliable low-latency communication: Principles and building blocks. *IEEE Network*, *32*(3), 16-23.)

- İkili Çoklu Bağlantı (Dual/Multi Connectivity) (Park, H. S., Lee, Y., Kim, T. J., Kim, B. C., & Lee, J. Y. (2018). Handover mechanism in NR for ultra-reliable low-latency communications. *IEEE Network*, *32*(3), 41-47)

şeklinde sıralanabilir.

Fakat, link adaptasyonu ve arayüz çeşitliliği büyük ölçekli yöntemlere karşı koruma ve çeşitlilik sağlayamamaktadır. Ağ yoğunlaştırma ve İkili Çoklu Bağlantı makro çeşitlilik sağlayabilmektedirler. Fakat çeşitlilik kazancı aynı yayılım özelliklerine sahip makro hücreler ve küçük hücrelerin birleştirilmesi ile sınırlandırılmıştır. Bu durum, makro çeşitliliğin avantajlarını azaltmaktadır.

Sonuç olarak, yukarıda anlatılan olumsuzluklardan dolayı ve mevcut çözümlerin konu hakkındaki yetersizliği nedeniyle ilgili teknik alanda bir geliştirme yapılması gerekli kılınmıştır.

Buluşun Amacı

Buluş, mevcut durumlardan esinlenerek oluşturulup yukarıda belirtilen olumsuzlukları çözmeyi amaçlamaktadır.

Bu buluşun amacı, haberleşme ağlarında büyük ölçekli sönümlenmeye karşı çeşitliliğin ve korumanın sağlanmasıdır.

Bu buluşun diğer amacı, kablosuz iletişimin güvenilirliğinin arttırılmasıdır.

Buluşun yapısal ve karakteristik özellikleri ve tüm avantajları aşağıda verilen şekiller ve bu şekillere atıflar yapılmak suretiyle yazılan detaylı açıklama sayesinde daha net olarak anlaşılacaktır ve bu nedenle değerlendirmenin de bu şekiller ve detaylı açıklama göz önüne alınarak yapılması gerekmektedir.

Buluşun Anlaşılmasına Yardımcı Olacak Şekiller

Şekil 1, buluşa konu olan sisteme ait örnek hibrid ağ gösterimidir.

Şekil 2, buluşa konu olan sistemde sinyal gürültü oranı (signal-to-noise ratio, SNR) ve maximum oranda birleştirme (maximum ratio combinig, MRC) sonrası elde edilen SNR grafiğidir.

Parça Referanslarının Açıklaması

1. Sistem
2. Kullanıcı ekipmanı

3. Birincil TBS (karasal baz istasyonu - terrestrial base station)
4. İkincil TBS (karasal baz istasyonu - terrestrial base station)
5. FBS (uçan baz istasyonu - flying base station)

Buluşun Detaylı Açıklaması

Bu detaylı açıklamada, buluşa konu olan sistemin (1) tercih edilen yapılanmaları, sadece konunun daha iyi anlaşılmasına yönelik olarak açıklanmaktadır.

Bu buluş, hava-yer ve yer-yer arası büyük ölçekli sönümlenme etkilerinin farklılığından yararlanan, farklı kanal yayılım karakteristiklerini kullanarak haberleşme ağlarında büyük ölçekli sönümlenmeye karşı çeşitlilik ve koruma sağlayan ve kablosuz iletişimin güvenilirliğini arttıran bir sistem (1) ile ilgilidir.

Buluş konusu sistem (1);

- kullanıcıya ait olan ve yüksek güvenilirlikte kablosuz haberleşme yapmak isteyen kullanıcı ekipmanı (2),
- kullanıcı ekipmanının (2) kablosuz iletişim kurabilmesi amacıyla çalışma gerçekleştiren ve sahip olduğu hücreye karadan hizmet veren birincil TBS (3),
- kablosuz iletişim kurulması amacıyla çalışma gerçekleştiren, birincil TBS'nin (3) komşu hücresine karadan hizmet veren, kullanıcı ekipmanı (2) birincil TBS'nin (3) hizmet verdiği hücrenin sınırlarındayken haberleşmenin kesilmemesi için birincil TBS'ye (3) yardım eden ve böylelikle makro çeşitlilik sağlayan ikincil TBS (4) ve
- birincil TBS'nin (3) komşu hücrelerine havadan hizmet veren, birincil TBS (3) ve ikincil TBS'nin (4) karasal olmaları ve birincil TBS (3) ve ikincil TBS'nin (4) kanal modellerinin aynı kalması nedeniyle, sinyalin aynı karakteristikteki yol kaybı ve blokaj etkisine maruz kalabilmesi ihtimali nedeniyle haberleşmenin kesilmemesi için yardımcı olan, ikincil TBS'den (4) kanal modeli farklı olduğu için, kullanıcı ekipmanının (2) lokasyonu ve ihtiyaçlarına göre uygun iletim noktası seçilmesini sağlayan, çeşitlilik kazancı için MRC birleştirme tekiniğini kullanan ve tüm bu işlemler sayesinde aynı sinyalin farklı kanal etkilerine maruz kalıp kullanıcı ekipmanına (2) ulaşmasını sağlayan FBS (5)

içermektedir (Şekil 1).

Bilinen makro çeşitlilik yöntemleri iki farklı karasal baz istasyonunun kullanımını önermektedir. Bu durum teknik olarak büyük ölçekli sönümlemelere karşı kazanç sağlamaktadır. Ancak bu baz istasyonlarının kablosuz yayılım özellikleri ve karakteristikleri benzerdir. Benzer kanal özellikleri elde edilebilir çeşitlilik kazancını sınırlandırmaktadır. Buna karşılık olarak, uçan baz istasyonlarının ağda kullanımı çeşitlilik kazancını arttırarak kullanıcı için daha fazla güvenilirlik sağlayabilmektedir. İletilen paketteki hata oranını azaltmaktadır.

Buluş konusu sistem (1) sayesinde artan güvenilirlik aşağıdaki avantajları sağlamaktadır;

- İletimde verimi arttırmak
- Tekrar iletim sayısını azaltmak
- Spektrum verimliliğini arttırmak
- Enerji verimliliği sağlamak

Buluş konusu sistem (1), kullanıcı ekipmanına (2) servis vermek için ikincil TBS'nin (4) birincil TBS'ye (3) yardım amaçlı olarak kullanılmasını önermektedir. Kullanıcı ekipmanı (2) yüksek güvenilirlik beklemektedir, birincil TBS'nin (3) hizmet verdiği hücrenin sınırındadır. Birincil TBS (3) ve ikincil TBS'nin (4) beraber kullanımı makro-çeşitlilik olarak sağlamaktadır. Fakat birincil TBS (3) ve ikincil TBS'nin (4) ikisi de karasal olduğu için, iki tarafta kanal modelleri aynı kalmakta ve sinyal aynı karakteristikteki yol kaybına ve blokaj etkisine maruz kalmaktadır.

Sistemde (1) ayrıca FBS (5) kullanılmaktadır. Birincil TBS (3) ve FBS'nin (5) birleşimi hem karadan hem de havadan hizmet sunulmasını sağlkamaktadır. Birincil TBS (3) ve FBS'nin (5) kanal modelleri farklı olduğu için aynı sinyal farklı kanal etkilerine maruz kalarak kullanıcı ekipmanına (2) ulşmaktadır. Bu durum, önemli seviyede çeşitlilik kazancını arttırmaktadır.

İkincil TBS (4) ve FBS'nin (5) kanal modelleri birbirlerinden farklı olduğu için kullanıcı ekipmanının (2) lokasyonu ve ihtiyaçlarına göre uygun iletim noktası seçilebilmektedir. Daha fazla çeşitlilik kazancı için, farklı birleştirme teknikleri kullanılabilir. Sistemde (1) MRC kullanılmıştır.

Şekil 2’de, kullanıcı ekipmanı (2) için elde edilen sonuçları gösterilmektedir. Birincil TBS (3) ve FBS’nin (5) kullanımı, birincil TBS (3) ve ikincil TBS’nin (4) kullanımına karşı önemli derecede çeşitlilik kazancını arttırmaktadır.

Şekil 2’de düz çizgiler, birincil TBS (3) ve FBS (5) aracılığı ile alınan sinyallerin MRC ile birleştirme sonucunda elde edilen SNR değerlerini göstermektedir. Noktalı çizgiler birincil TBS (3) ve ikincil TBS (4) aracılığı ile alınan sinyallerin MRC ile birleştirme sonucunda elde edilen SNR değerlerini göstermektedir. Kesikli çizgiler ise, birleştirme işlemi olmadan alınan sinyal değerlerini göstermektedir.

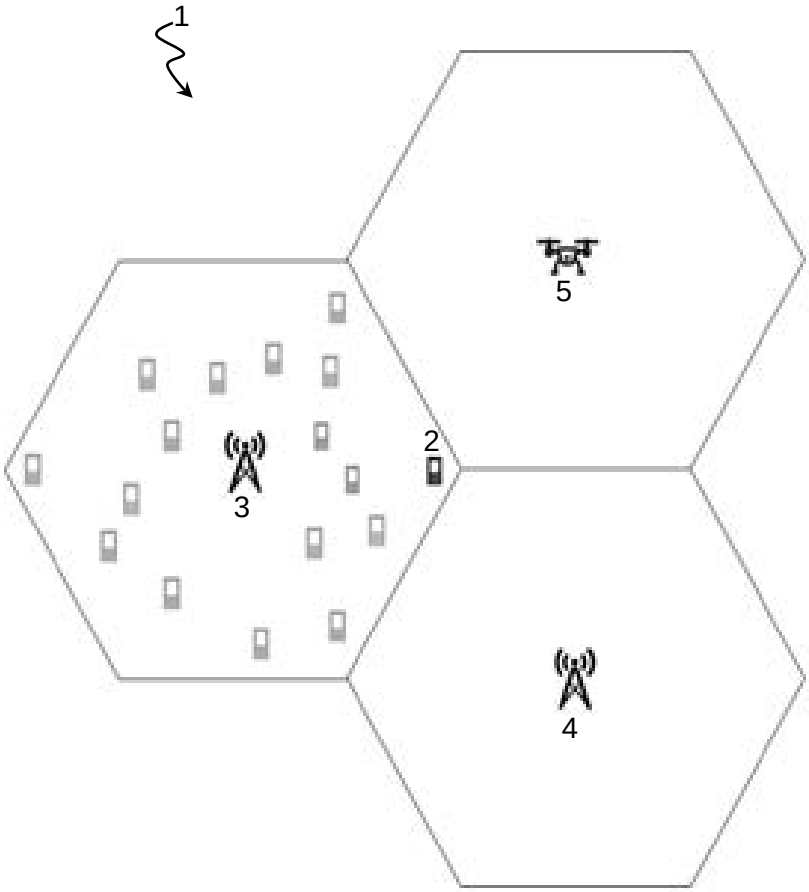
Güvenilir servis, hibrit ortamdaki makro-çeşitlilik (macro-diversity, site-diversity) ile elde edilir. Makro-çeşitlilik, birincil TBS’ler (3), ikincil TBS’ler (4) ve FBS'lerin (5) farklı seviyede yol kaybına ve blokaj etkilerine maruz kalmasından dolayı elde edilmektedir. Örneğin, blokaj etkisi birincil TBS’ler (3) ve ikincil TBS’ler (4) için kaçınılmaz iken, FBS’ler (5) için az etkiye sahiptir.

Güvenilirlik her haberleşme için önemlidir. 5G’de yüksek güvenilirlik ve düşük gecikmeli haberleşme (ultra-reliable low-latency communication, URLLC) örnek olarak verilebilir. Örnek URLLC kullanım durumları aşağıda sıralanmıştır:

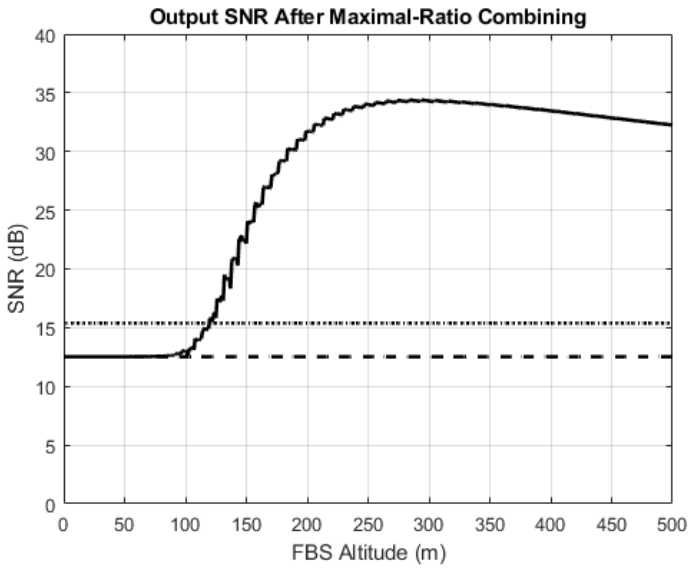
- Bağımsız sürüş
- Uzaktan carrahi işlemler
- Endüstriyel otomasyon

URLLC’nin yanı sıra, güvenilirlik her haberleşme için önemlidir. Çünkü, iletilen paketin alıcıda doğru bir şekilde alınması tekrar iletim gibi gereksinimleri ortadan kaldırarak spektral verimliliği artırmaktadır. Sistem (1) bu avantajların elde edilmesini sağlamaktadır.

Sistem (1) herhangi bir iletişim ağında ağ operatörleri veya bireysel kullanıcılar veya bunların herhangi bir kombinasyonu tarafından endüstriyel/ticari faaliyetlere uygulanarak kullanılabilmektedir.



Şekil 1



Şekil 2