

KABLOSUZ HABERLEŞMEDE KANAL KADEME NUMARALARININ GÖZÜ KAPALI TANIMLAMASI

- 10 Mevcut buluş, kablosuz haberleşmede kanal kademe sayılarının, derin sinir ağları (DNN) kullanılarak, gözü kapalı tanımlanmasına yönelik bir yöntem ile ilgilidir. Önerilen yöntemde, kanal kademelerinin sayısının elde edilmesi amacıyla kablosuz bir sistemin yalnızca iletilen ve alınan sinyalleri kullanılarak, bir DNN'nin çalıştırılması mümkündür. Kablosuz kanalların tanımlanmasına yönelik dayanıklı ve etkili bir seyrek temsil tekniğini önermekteyiz. Kanalin
- 15 seyrek özelliklerinden biri olarak kabul edilen kanal kademelerinin sayısını tahmin etmekteyiz. Önerilen sistemde gerçekleştirilen gözü kapalı tahmin, kullanılan DNN'nin kanal kademelerini tanımlanması için ekstra sinyalleri iletmesine gerek olmamasından kaynaklı olarak kablosuz haberleşme sisteminin spektral etkinliğini arttırmaktadır. Tanımlama yöntemimizde, fiziksel kavrayışlara erişilememektedir veya bunlar kullanılmamaktadır.

5

İSTEMLER

1. Kablosuz haberleşmede kanal kademelerinin sayısının gözü kapalı tanımlanmasına yönelik bir yöntem olup, aşağıdaki adımları içermektedir:

- 10 a. gerçek dünya kanal veri kümelerinden kanal numunelerinin içeri aktarılması,
- b. mevcut bir DNN'nin modifiye edilmesi ve performansının çalıştırma, geçerlik kaybı ve doğruluk bakımından analiz edilmesi,
- c. aşağıdakileri içeren temel yapının seçilmesi;
 - 15 i. kalıntı bağlantılar barındıran tamamen bağlı katmanlara sahip ileri besleme tasarımının ve yığın normalleştirmesinin kullanılması,
 - ii. sınıflara ait olan girdi sinyallerinin normalleştirilmiş olasılıklarını sağlamak amacıyla nihai bir 'softmax' katmanının dâhil edilmesi ve
 - iii. derin sinir ağına bırakma katmanlarının katılması,
- d. kullanılan DNN'nin bir iyileştirici ile çalıştırılması,
- 20 e. iletilen sinyallerin çokyollu bileşenlerin sayısına karşılık gelen üretilen CIR uzunluğuna sahip farklı geniş bant frekanslı seçici kanalları aracılığıyla gönderilmesi,
- f. iletilen ve alınan sinyallerin çalıştırma veri kümesi olarak karşılık gelen kanal kademe sayıları ile kullanılması.

25 2. Söz konusu gerçek dünya kanalı veri kümelerinin bir simülatör kullanılarak üretildiği, İstem 1'e göre kablosuz haberleşmede kanal kademelerinin sayısının gözü kapalı tanımlanmasına yönelik bir yöntem.

30 3. Ayrıca düzenlileştirmenin uygulanması aşamasını içeren, İstem 1'e göre kablosuz haberleşmede kanal kademelerinin sayısının gözü kapalı tanımlanmasına yönelik bir yöntem.

KABLOSUZ HABERLEŞMEDE KANAL KADEME NUMARALARININ GÖZÜ KAPALI TANIMLAMASI

Teknik Alan

10

Mevcut buluş, kablosuz haberleşmede kanal kademe sayılarının, derin sinir ağları (DNN) kullanılarak, gözü kapalı tanımlanmasına yönelik bir yöntem ile ilgilidir.

15 Önceki Teknik

20

Haberleşme çerçevelerinin yapısı temel olarak teknikte uzman olmayan kişilere bilimsel bilginin aktarılmasına yönelik gerçekleştirilebilir özgün durumları açıklayan kanal modellerine bağlıdır. Gerçekçi bir kanalın doğru şekilde modellenmesi için, yeni yapılar ve özelliklerin ölçüm veri kümelerinden çıkarılması gerekmektedir. Kablosuz kanal modellerindeki kritik bir özellik, kanal kademelerinin en uygun sayısının bulunmasına ilişkindir. Yalnızca iletilen bir sinyali ve alınan bir sinyali kullanan kanal kademelerinin uygun miktardaki sayısına yönelik bilgi, bilinmeyen bir kanalda önceden varsayılan senaryolara bağlı değildir.

25

Önceki teknikte, kablosuz kanallardaki kademelerinin sayısına dair bilgiye yalnızca önceki varsayımlar ile ulaşılabilmektedir. Örneğin, Xiao Z. ve arkadaşları (2014), görüş hattında olmayan (NLOS) tanımlama ve hafifletme problemlerinin; WiFi sinyallerinden çoklu alınan sinyal gücü (RSS) ölçümleri kullanılarak çözüldüğü önceki varsayımların kullanıldığı bir yöntem önermektedir. Li A. ve arkadaşları, (2015) da ayrıca önceki varsayımlar ile bir tanımlama yöntemi önermektedir. Geleneksel kip çözmeye bağlı yöntemlerin aksine, bu doküman, bir "kip çözme içermeyen protokol tanımlama" önermektedir. Bu yöntemde, yalnızca fiziksel katman numunelerinin özellikleri kullanılmaktadır. Li D. ve arkadaşları (2017), özellik çıkarımına bağlı bir kanal tanımlama algoritması önermektedir. Bu yöntemde, kablosuz kanalların farklı nitelikleri; örneğin çokyolluluk sayısı, zaman gecikmesi ve gecikme yayılımı vb. gibi, varış zamanı ve sinyal gücüne bağlı olarak çıkarılmaktadır.

35

Görülebildiği üzere, önceki teknikte, önceden varsayımlar olmaksızın kablosuz kanalı tanımlayabilen gözü kapalı tanımlama yöntemi bulunmamaktadır. Böylelikle, kablosuz bir

5 ağdaki kanal kademelerinin sayısına dair bilgiye önceki varsayımlar olmaksızın ulaşılması, özellikle 5G ve bunun ötesindeki ağlar için zorunludur.

Önceki teknikte, CN109525369 numaralı patent dokümanı, çevrimsel sinir ağına bağlı bir kanal kodlama türü gözü kapalı tanıma yöntemi açıklamaktadır. Bu doküman, çevrimsel sinir ağının
 10 yeterli ölçüde kullanılmasıyla alınan ilgili sekansların niteliklerinin çıkarılmasını önermektedir. Tanımlama prosesinde, segmentli tanımaya yönelik sekansların uzun bir dizgisinin bölünmesi, ve çoğunluğa uyan azınlık prensibi kullanılarak sekanslar üzerinde nihai bir karara varılması mümkündür. Bu doküman, ilgili sekansların niteliklerinin otomatik olarak çıkarılmasına yönelik bir ağ modeli önermektedir, böylelikle işgücü maliyetinden büyük ölçüde tasarruf edilerek,
 15 çıkarım niteliklerinin adımları basitleştirilerek ve kodlanmış sekansların tanınma doğruluğunu iyileştirilerek manüel olarak çıkarılan niteliklerin elverişsiz prosesinden kaçınılmaktadır. Bununla birlikte, bu dokümanda önerilen yöntem, segmentli tanımaya yönelik sekansların uzun dizgilerinin bölünmesi ve çoğunluğa uyan azınlık prensibi kullanılarak sekanslar üzerinde nihai bir karara varılması gibi ek yükleri gerektirmektedir. Ayrıca, kanal kademelerinin sayısının
 20 tanımlanması, kodlanmış sekansların tanınması olmadan elde edilememektedir. Dahası, bu dokümanda belirtilen yöntem, etkili bir azami ölçüde seyrek temsili göz önünde bulundurmamaktadır.

Böylelikle, ek yükleri gerektirmeyen ve kanal kademelerinin sayısını gözü kapalı şekilde
 25 tanımlayan bir yöntem gereksinim duyulmaktadır. Bunun yanı sıra, bu yöntem, kablosuz kanalların tanımlanmasına yönelik dayanıklı ve etkili azami ölçüde seyrek bir temsili yaratan derin bir sinir ağından faydalanmalıdır.

Kısa Açıklama

30 Bu buluş, kablosuz haberleşme sistemlerinin tasarlanması ve değerlendirilmesinde oldukça önemli olan, kablosuz kanallara yönelik kesin bir model sağlamayı amaçlamaktadır. Bu modelde, haberleşme kanallarına yönelik sayısal yöntemler oldukça muğlaktır, dolayısıyla, önceden bir analize gereksinim duyulmaksızın herhangi bir kanal türüne uygulanabilmektedir.

35 Derin öğrenme (DL), yeni geliştirilen bir araç olarak, birçok farklı alanda faydalanılmak üzere çerçeveler sunmaktadır. DL-tabanlı haberleşme sistemlerinin, hızlı değişen kanal parametreleri gibi belirli durumlar altında kullanışlı olacağı öngörülmektedir. Derin sinir ağları (DNN'ler) kompleks kablosuz kanal kademelerinin sayısı gibi, kanalların karmaşık özelliklerini
 40 inceleyebilmektedir.

5

Onerilen yöntemde, kanal kademelerinin sayısının elde edilmesi amacıyla kablosuz bir sistemin yalnızca iletilen ve alınan sinyalleri kullanılarak, bir DNN'nin çalıştırılması mümkündür. Kablosuz kanalların tanımlanmasına yönelik dayanıklı ve etkili bir seyrek temsil tekniğini önermekteyiz. Kanalin seyrek özelliklerinden biri olarak kabul edilen kanal kademelerinin sayısını tahmin etmekteyiz. Önerilen sistemde gerçekleştirilen gözü kapalı tahmin, kullanılan DNN'nin kanal kademelerini tanımlanması için ekstra sinyalleri iletmesine gerek olmamasından kaynaklı olarak kablosuz haberleşme sisteminin spektral etkinliğini arttırmaktadır. Tanımlama yöntemimizde, fiziksel kavrayışlara erişilememektedir veya bunlar kullanılmamaktadır.

15

Ayrıntılı Açıklama

Buluş, kablosuz haberleşmede kanal kademelerinin sayısının gizli bir şekilde tanımlanmasına yönelik bir yöntem önermektedir, yöntem aşağıdaki adımları içermektedir:

20

- a. gerçek dünya kanal veri kümelerinden kanal numunelerinin içeri aktarılması,
- b. mevcut bir DNN'nin modifiye edilmesi ve performansının çalıştırma, geçerlik kaybı ve doğruluk bakımından analiz edilmesi
- c. Xin B. ve arkadaşları (2016) tarafından belirtildiği üzere aşağıdakileri içeren temel yapının seçilmesi;

25

- i. kalıntı bağlantılar barındıran tamamen bağlı katmanlara sahip ileri besleme tasarımının ve yığın normalleştirilmesinin kullanılması
- ii. sınıflara ait olan girdi sinyallerinin normalleştirilmiş olasılıklarını sağlamak amacıyla nihai bir 'softmax' katmanının dâhil edilmesi ve
- iii. Xin B. ve arkadaşları (2016) tarafından belirtildiği üzere derin sinir ağına bırakma katmanlarının katılması

30

- d. kullanılan DNN'nin bir iyileştirici ile çalıştırılması
- e. iletilen sinyallerin çokyollu bileşenlerin sayısına karşılık gelen üretilen CIR (kanal dürtü yanıtı) uzunluğuna sahip farklı geniş bant frekanslı seçici kanalları aracılığıyla gönderilmesi

35

- f. iletilen ve alınan sinyallerin çalıştırma veri kümesi olarak karşılık gelen kanal kademe sayıları ile kullanılması

Tercih edilen bir yapılandırmada, söz konusu gerçek dünya kanal veri kümeleri bir simülatör kullanılarak üretilmektedir. Örneğin MATLAB-tabanlı NYUSIM simülatörü (2016), ayrıca Samimi, M.K. & Rappaport T.S. (2016) ve Sun S. ve arkadaşları (2016) tarafından önerildiği

40

5 üzere kullanılabilmektedir. Sun S. ve arkadaşları (2016) tarafından önerildiği üzere, NYUSIM'de tercih edilen durum, frekansların, huzme genişliklerinin, bant genişliklerinin, kablosuz kanal senaryolarının, vb.'lerinin geniş bir kümesini desteklemesidir. Uygulamamızda kullanılan stimülasyon parametreleri, NYUSIM kullanan uzamsal kanal modeline yönelik NYUSIM simülatöründe (2016) açıklanan öntanımlı stimülasyon kurulumuna benzerdir.

10 Örnek uygulamada, bellek ve hesaplama etkinliği ve çeşitli heterojen sistemler üzerinde bunu kullanabilme yetisinden kaynaklı olarak Xin B. ve arkadaşları (2016) tarafından önerilen temel yapıyı seçtik.

15 Son olarak, aşırı oranda uyum göstermeden kaçınmak adına, tercih edilen bir yapılandırmada düzenlileştirme uygulanmaktadır.

Referanslar

20 [1] New York University, NYUSIM, 2016. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: <http://wireless.engineering.nyu.edu/5gmillimeter-wave-channel-modeling-software/>.

[2] M. K. Samimi ve T. S. Rappaport, "3-D Millimeter-Wave Statistical Channel Model for 5G Wireless System Design," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, cilt 64, 25 no. 7, sayfa 2207-2225, Temmuz 2016.

[3] S. Sun ve arkadaşları, "Investigation of Prediction Accuracy, Sensitivity, and Parameter Stability of Large-Scale Propagation Path Loss Models for 5G Wireless Communications," IEEE Transactions on Vehicular Technology, cilt 65, no. 5, sayfa 2843-2860, Mayıs 2016.

30 [4] Bo Xin, Yizhou Wang, Wen Gao ve David Wipf. Maximal sparsity with deep networks arXiv preprint arXiv: 1605.01636, 2016

[5] Z. Xiao, H. Wen, A. Markham, N. Trigoni, P. Blunsom, ve J. Frolik, "Non-line-of-sight 35 identification and mitigation using received signal strength," IEEE Transactions on Wireless Communications, cilt 14, no. 3, sayfa 1689-1702, 2014.

[6] A. Li, C. Dong, S. Tang, F. Wu, C. Tian, B. Tao, ve H. Wang, "Demodulation-free protocol 40 identification in heterogeneous wireless networks," Computer Communications, cilt 55, sayfa 102-111, 2015.

5

[7] Dengao Li, Gang Wu, Jumin Zhao, Wenhui Niu, ve Qi Liu, "Wireless Channel Identification Algorithm Based on Feature Extraction and BP Neural Network," Journal of Information Processing Systems, cilt 13, no. 1, sayfa 141-151, 2017.

10