

IoT Ortamlarında WEKA ile Karar Ağaçları Tabanlı Edge Düzeyinde Veri İşleme

Yazar

Öğr. Gör. Dr. Muhammet TAY



© Copyright 2025

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi A.Ş.'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.

*Bu kitap, Prof. Dr. Arafat Şentürk'ün danışmanlığında yürütülen "Nesnelerin internetinde kenar hesaplama ve makine öğrenmesi kullanılarak yeni bir görev tamamlama algoritması" adlı doktora tezinden türetilmiştir.

ISBN

978-625-375-838-7

Yayın Koordinatörü

Yasin DİLMEN

Kitap Adı

IoT Ortamlarında WEKA ile Karar
Ağaçları Tabanlı Edge Düzeyinde Veri
İşleme

Sayfa ve Kapak Tasarımı

Akademisyen Dizgi Ünitesi

Yayıncı Sertifika No

47518

Editör

Arafat ŞENTÜRK
ORCID iD: 0000-0002-9005-3565

Baskı ve Cilt

Vadi Matbaacılık

Yazar

Muhammet TAY
ORCID iD: 0000-0001-5569-7886

Bisac Code

TEC000000

DOI

10.37609/akya.4034

Kütüphane Kimlik Kartı

Tay, Muhammet.

IoT Ortamlarında WEKA ile Karar Ağaçları Tabanlı Edge Düzeyinde Veri İşleme / Muhammet Tay;
ed. Arafat Şentürk.

Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2025.

95 s. : tablo, şekil. ; 135x210 mm.

Kaynakça var.

ISBN 9786253758387

GENEL DAĞITIM

Akademisyen Kitabevi A.Ş.

Halk Sokak 5 / A

Yenişehir / Ankara

Tel: 0312 431 16 33

siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

ÖNSÖZ

Günümüzde Nesnelerin İnterneti (IoT) tabanlı uygulamaların yaygınlaşmasıyla birlikte, üretilen verinin işlenmesi ve bu veriye dayalı kararların gerçek zamanlı olarak alınması kritik bir hâl almıştır. Özellikle gecikmeye duyarlı uygulamalar için merkezi bulut mimarilerinin yetersiz kalması, edge computing yaklaşımlarını ön plana çıkarmıştır. Bu bağlamda, görevlerin edge, yol kenarı birimleri (RSU) ve bulut katmanları arasında etkin bir şekilde yönlendirilmesi hem sistem performansı hem de kullanıcı deneyimi açısından önemli bir araştırma alanı olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu kitap, IoT ortamlarında edge düzeyinde veri işleme ve görev yönlendirme problemini ele almakta; makine öğrenmesi tabanlı karar mekanizmalarının bu problemlerin çözümünde nasıl kullanılabileceğini incelemektedir. Kitapta sunulan yöntemler ve deneysel sonuçlar, yazarın doktora tezi kapsamında gerçekleştirdiği çalışmalara dayanmaktadır. Tez çalışmasında elde edilen bulgular, kitap formatına uygun olacak şekilde yeniden düzenlenmiş, genişletilmiş ve sistematik bir bütünlük içerisinde sunulmuştur.

Çalışma kapsamında, IoT tabanlı edge-RSU-bulut mimarisi EdgeCloudSim simülasyon ortamı kullanılarak modellenmiş ve farklı görev yönlendirme yaklaşımlarının sistem performansı üzerindeki etkileri ayrıntılı olarak analiz edilmiştir. Simülasyonlardan elde edilen çıktılar, makine öğrenmesine uygun bir veri setine dönüştürülerek Decision Tree tabanlı bir karar modeli eğitilmiştir. Bu sayede, görev yönlendirme probleminin yalnızca sezgisel yöntemlerle değil, öğrenmeye dayalı yaklaşımlar ile de ele alınabileceği ortaya konulmuştur.

Kitabın temel amacı; edge computing, IoT ve makine öğrenmesi alanlarında çalışan araştırmacılara, lisansüstü öğrencilere ve uygulayıcılara, edge düzeyinde veri işleme problemlerine yönelik bütüncül bir bakış açısı sunmaktır. Teorik arka planın yanı sıra, simülasyon temelli deneysel sonuçlara ve öğrenme tabanlı karar mekanizmalarına yer verilerek, okuyucunun konuyu hem kavramsal hem de uygulamalı düzeyde değerlendirebilmesi hedeflenmiştir.

Bu kitabın hazırlanma sürecinde, metinlerin dil ve imla açısından daha akıcı ve tutarlı hâle getirilmesi amacıyla yapay zekâ tabanlı bir dil modeli olan ChatGPT'den yararlanılmıştır. Kullanılan araç yalnızca dilsel düzenleme ve ifade iyileştirme amacıyla kullanılmış olup, kitabın bilimsel içeriği, yöntemleri ve sonuçları tamamen yazara aittir.

Bu çalışmanın, IoT ve edge computing alanlarında gerçekleştirilecek yeni araştırmalara katkı sağlaması ve ilgili literatüre faydalı bir kaynak olması temennisiyle...

Muhammet TAY

2025 / DÜZCE

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

GİRİŞ	1
1.1. IoT ve Edge Computing'e Kısa Bakış	1
1.2. Neden Hafif ML Modelleri	2
1.3. WEKA Nedir, Neden Seçildi?.....	3
1.4. Kitabın Kapsamı ve Yaklaşımı.....	4

BÖLÜM 2

IOT VERİSİNİN YAPISI VE HAZIRLANMASI	5
2.1. Sensör Verisi Türleri	5
2.2. Zaman Serisi Verisi	6
2.3. Gürültü ve Eksik Veri Problemleri.....	7
2.4. WEKA'da Veri Formatları	8
2.4.1. ARFF	8
2.4.2. CSV	9
2.5. IoT Verisinin WEKA'ya Aktarılması	9
2.6. Veri Yapısı	10

BÖLÜM 3

WEKA ORTAMININ TANITIMI	13
3.1. WEKA Arayüzü (Explorer, Experimenter).....	14
3.2. Veri Yükleme ve Görselleştirme	14
3.3. Filtreler.....	16
3.3.1. Normalize	17
3.3.2. Discretize	17
3.3.3. Remove	17
3.4. Nitelik Seçimi ve Edge Senaryosu İçin Veri Azaltma.....	18
3.5. Edge Senaryosu için Veri Azaltma.....	19
3.6. Verinin WEKA Ortamına Aktarılması	20

BÖLÜM 4

WEKA'DA KARAR AĞAÇLARI	23
4.1. Karar Ağacı Mantığı	23
4.2. WEKA'da Karar Ağaçlarının Kullanımı	24
4.3. J48 (C4.5) Algoritması.....	25
4.4. REPTree	26
4.5. RandomTree.....	26
4.6. Hoeffding Tree	27
4.7. Edge Düzeyinde Karar Ağaçlarının Değerlendirilmesi	28
4.8. Karar Ağacı ile Edge-RSU-Cloud Karar Mekanizması.....	29
4.9. Karar Ağacı Tabanlı Edge Düzeyinde Veri İşleme Algoritması.....	31
4.10. Karar Ağaçlarından Elde Edilen Kuralların Yorumlanması.....	33

BÖLÜM 5

EDGE-LEVEL KARAR VERME SENARYOLARI	35
5.1. Edge'de Karar Alma Mantığı.....	35
5.2. Merkeze Veri Göndermeden Karar	36
5.3. WEKA Ortamında Edge Karar Modellerinin Deneysel Analizi ...	36
5.4. Model Boyutu ve Hız Karşılaştırması.....	38
5.5. Gerçek Zamanlı Senaryolar	38
5.6. Edge Düzeyinde Karar Verme.....	39

BÖLÜM 6

DENEYSEL ÇALIŞMALAR	43
6.1. Deneysel Çalışmaların Amacı.....	43
6.2. Kullanılan Veri Setleri.....	43
6.3. Veri Ön İşleme Aşamaları	44
6.4. WEKA'da Eğitim ve Test.....	45
6.5. Kullanılan Performans Ölçütleri.....	45
6.6. Deneysel Sonuçlar ve Değerlendirme.....	46
6.7. Deneysel Kurulum ve Parametreler	47
6.8. Deneysel Parametrelerin Ayrıntılı Tanımı ve Etkileri	52

BÖLÜM 7

PERFORMANS VE KARŞILAŞTIRMA ANALİZİ	55
7.1. Performans Analizinin Amacı	55
7.2. J48	55
7.3. Budama Parametrelerinin Etkisi	56
7.4. Model Karmaşıklığı	57
7.5. Çalışma Süresi ve Gecikme Analizi.....	58
7.6. Edge’e Uygunluk Kriterleri	58
7.7. Farklı Makine Öğrenmesi Modellerinde Cevap Süresi Analizi	61
7.8. Karar Ağacı Modelinin Öğrenme Sonrası Performansı	62
 BÖLÜM 8	
EDGECLOUDSİM ORTAMINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN SİMÜLASYONLAR VE DENEYSEL SONUÇLAR	67
8.1. EdgeCloudSim Simülasyon Ortamı	67
8.2. Simülasyon Senaryoları ve Varsayımlar	69
8.3. Simülasyon Sonuçları	71
 BÖLÜM 9	
KISITLAR, GÜVENLİK VE ETİK.....	77
9.1. Edge Ortamlarının Kısıtları.....	77
9.2. Güvenlik ve Mahremiyet Sorunları	78
9.3. Edge Ortamlarında Model Güncelleme Problemi.....	78
9.4. Etik Değerlendirmeler.....	79
 BÖLÜM 10	
SONUÇ VE GELECEK ÇALIŞMALAR.....	81
10.1. WEKA ile Edge Düzeyinde Veri İşlemenin Gücü	81
10.2. Karar Ağaçları Kullanımının Sonuçlara Etkisi	82
10.3. Gelecek Çalışmalar	83
 KAYNAKLAR	85

KAYNAKLAR

- Aazam, M., & Huh, E. N. (2015). Fog computing micro datacenter based dynamic resource estimation and pricing model for IoT. *Proceedings of the International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, 687–694. <https://doi.org/10.1109/AINA.2015.254>
- Alrawais, A., Alhothaily, A., Hu, C., & Cheng, X. (2017). Fog computing for the Internet of Things: Security and privacy issues. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(4), 1141–1152. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2017.2704204>
- Asim, M., Wang, Y., Wang, K., & Huang, P. Q. (2020). A review on computational intelligence techniques in cloud and edge computing. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computational Intelligence*, 4(6), 742–763. <https://doi.org/10.1109/TETCI.2020.3007905>
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Botta, A., de Donato, W., Persico, V., & Pescapé, A. (2016). Integration of cloud computing and Internet of Things: A survey. *Future Generation Computer Systems*, 56, 684–700.
- Da Xu, L., He, W., & Li, S. (2014). Internet of things in industries: A survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(4), 2233–2243. <https://doi.org/10.1109/TII.2014.2300753>
- Domingos, P., & Hulten, G. (2000). Mining high-speed data streams. *Proceedings of the Sixth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 71–80. <https://doi.org/10.1145/347090.347107>
- Doshi-Velez, F., & Kim, B. (2017). Towards a rigorous science of interpretable machine learning. *arXiv preprint arXiv:1702.08608*.
- El-Sayed, H., Sankar, S., Prasad, M., Puthal, D., Gupta, A., & Mohanty, S. P. (2018). Edge of Things: The big picture on the integration of edge, IoT, and the cloud in a distributed computing environment. *IEEE Access*, 6, 1706–1717. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2780087>
- Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., et al. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society. *Minds and Machines*, 28(4), 689–707. <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5>
- Gama, J., Žliobaitė, I., Bifet, A., Pechenizkiy, M., & Bouchachia, A. (2014). A survey on concept drift adaptation. *ACM Computing Surveys*, 46(4), 1–37. <https://doi.org/10.1145/2523813>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>

- Guidotti, R., Monreale, A., Ruggieri, S., Turini, F., Giannotti, F., & Pedreschi, D. (2018). A survey of methods for explaining black box models. *ACM Computing Surveys*, 51(5), 1–42. <https://doi.org/10.1145/3236009>
- Jalali, F., Smith, O. J., Lynar, T., & Suits, F. (2017). Cognitive IoT gateways: Automatic task sharing and switching between cloud and edge/fog computing. *Proceedings of the SIGCOMM Posters and Demos*, 121–123. <https://doi.org/10.1145/3123878.3132008>
- Kitchenham, B. (1998). A procedure for analyzing unbalanced datasets. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 24(4), 278–301. <https://doi.org/10.1109/32.677185>
- Liu, W. Z., & White, A. P. (1994). The importance of attribute selection measures in decision tree induction. *Machine Learning*, 15(1), 25–41. <https://doi.org/10.1023/A:1022609119415>
- Quinlan, J. R. (1986). Induction of decision trees. *Machine Learning*, 1(1), 81–106.
- Quinlan, J. R. (1993). *C4.5: Programs for machine learning*. Morgan Kaufmann.
- Roman, R., Zhou, J., & Lopez, J. (2013). On the features and challenges of security and privacy in distributed Internet of Things. *Computer Networks*, 57(10), 2266–2279. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2012.12.018>
- Safavian, S. R., & Landgrebe, D. (1991). A survey of decision tree classifier methodology. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 21(3), 660–674. <https://doi.org/10.1109/21.97458>
- Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y., & Xu, L. (2016). Edge computing: Vision and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(5), 637–646. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2016.2579198>
- Singh, D., & Singh, B. (2020). Investigating the impact of data normalization on classification performance. *Applied Soft Computing*, 97, 105524. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105524>
- Sonmez, C., Ozgovde, A., & Ersoy, C. (2018). EdgeCloudSim: An environment for performance evaluation of edge computing systems. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 29(11), e3493. <https://doi.org/10.1002/ett.3493>
- Sonmez, C., Tunca, C., Ozgovde, A., & Ersoy, C. (2021). Machine learning-based workload orchestrator for vehicular edge computing. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22(4), 2239–2251. <https://doi.org/10.1109/TITS.2020.3024233>
- Tay, M. (2024). *Nesnelerin internetinde kenar hesaplama ve makine öğrenmesi kullanılarak yeni bir görev tamamlama algoritması* (Doktora tezi). Düzce Üniversitesi, Türkiye.
- Tay, M., & Şentürk, A. (2022). Kenar, sis ve bulut bilişimin IoT açısından incelenmesi. *European Journal of Science and Technology*. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1040133>

- Tay, M., & Şentürk, A. (2024). Decision tree-based task offloading in vehicle edge computing. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 36(12), e8026. <https://doi.org/10.1002/cpe.8026>
- Tong, L., Li, Y., & Gao, W. (2016). A hierarchical edge cloud architecture for mobile computing. *Proceedings of IEEE INFOCOM 2016*, 1–9. <https://doi.org/10.1109/INFOCOM.2016.7524340>
- Van Os, H. J. A., et al. (2015). The Internet of Things for health care: A comprehensive survey. *International Journal of Stroke*, 10, 217. <https://doi.org/10.1111/ijss.12479>
- Wang, J., Feng, Z., George, S., Iyengar, R., Pillai, P., & Satyanarayanan, M. (2019). Towards scalable edge-native applications. *Proceedings of the ACM/IEEE Symposium on Edge Computing*, 152–165. <https://doi.org/10.1145/3318216.3363308>
- Wang, S., Zhang, X., Zhang, Y., Wang, L., Yang, J., & Wang, W. (2017). A survey on mobile edge networks. *IEEE Access*, 5, 6757–6779. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2685434>
- Witten, I. H., Frank, E., & Trigg, L. (1999). *WEKA: Practical machine learning tools and techniques with Java implementations*. University of Waikato.
- Xu, W., et al. (2018). Internet of vehicles in big data era. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 5(1), 19–35. <https://doi.org/10.1109/JAS.2017.7510736>
- Yu, W., et al. (2017). A survey on the edge computing for the Internet of Things. *IEEE Access*, 6, 6900–6919. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2778504>
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of Things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22–32. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2306328>