

KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLARDA YENİ BİR KÜMELEME ALGORİTMASI

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, Arafat ŞENTÜRK'ün danışmanlığında yürütülen Muhammet TAY'a ait "Kablosuz algılayıcı ağlar için enerji duyarlı en iyi küme başı seçimine dayalı yeni bir kümeleme algoritması" adlı tezinden türetilmiştir

ISBN

978-625-375-878-3

Yayın Koordinatörü

Yasin DİLMEN

Kitap Adı

Kablosuz Algılayıcı Ağlarda Yeni Bir
Kümeleme Algoritması

Sayfa ve Kapak Tasarımı

Akademisyen Dizgi Ünitesi

Editör

Arafat ŞENTÜRK

ORCID iD: 0000-0002-9005-3565

Yayıncı Sertifika No

47518

Baskı ve Cilt

Vadi Matbaacılık

Yazar

Muhammet TAY

ORCID iD: 0000-0001-5569-7886

Bisac Code

TEC000000

DOI

10.37609/akya.4035

Kütüphane Kimlik Kartı

Tay, Muhammet.

Kablosuz Algılayıcı Ağlarda Yeni Bir Kümeleme Algoritması / Muhammet Tay; ed. Arafat Şentürk.

Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2025.

78 s. : şekil, tablo, çizelge. ; 135x210 mm.

Kaynakça var.

ISBN 9786253758783

GENEL DAĞITIM

Akademisyen Kitabevi A.Ş.

Halk Sokak 5 / A

Yenişehir / Ankara

Tel: 0312 431 16 33

siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

ÖNSÖZ

Kablosuz Algılayıcı Ağlar (KAA) günümüzde çevresel izleme, askeri uygulamalar, akıllı şehirler, sağlık sistemleri ve endüstriyel otomasyon gibi birçok kritik alanda yaygın olarak kullanılan, dağıtık ve enerji kısıtlı ağ yapılarıdır. Bu ağlarda kullanılan algılayıcı düğümlerin sınırlı batarya kapasitelerine sahip olması, ağın uzun süreli ve verimli bir şekilde çalışabilmesini zorlaştıran temel problemlerden biridir. Bu nedenle, Kablosuz Algılayıcı Ağlar üzerinde yapılan akademik ve uygulamalı çalışmaların büyük bir bölümü, enerji verimliliğinin artırılmasına ve ağ ömrünün uzatılmasına odaklanmaktadır.

Enerji tüketiminin en yoğun gerçekleştiği işlemlerden biri olan veri iletimi, algılayıcılar arasındaki mesafe, iletişim modeli ve ağ topolojisi ile doğrudan ilişkilidir. Bu noktada kümeleme tabanlı yaklaşımlar, veri iletim mesafelerini kısaltarak enerji tüketimini azaltmak ve ağ üzerindeki yükü dengeli bir şekilde dağıtmak amacıyla sıklıkla tercih edilmektedir. Kümeleme yöntemlerinde küme başı seçimi, ağ performansını doğrudan etkileyen en kritik unsurlardan biri olarak öne çıkmaktadır.

Bu kitapta, Kablosuz Algılayıcı Ağlar için enerji verimliliğini artırmaya yönelik geliştirilen kümeleme yaklaşımları ele alınmakta ve literatürde yaygın olarak kullanılan enerji duyarlı kümeleme algoritmaları ayrıntılı biçimde incelenmektedir. Bu kapsamda, mevcut yöntemlerin avantajları ve sınırlılıkları değerlendirilmekte, ardından küme merkezli yaklaşıma dayalı yeni bir kümeleme algoritması detaylı olarak açıklanmaktadır.

Kitabın temel amacı; Kablosuz Algılayıcı Ağlar alanında çalışan araştırmacılara, lisansüstü öğrencilere ve bu alanda uygulama geliştiren mühendislere, enerji verimliliği odaklı

kümeleme algoritmaları hakkında sistematik ve bütüncül bir kaynak sunmaktır. Ele alınan konular, hem teorik altyapıyı hem de benzetim tabanlı performans değerlendirmelerini kapsayacak şekilde yapılandırılmıştır.

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 çalışma boyunca sunulan tüm analizler, algoritmik yaklaşımlar ve değerlendirmeler, Kablosuz Algılayıcı Ağların daha uzun ömürlü, daha kararlı ve daha verimli bir yapıya kavuşmasına katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Muhammet TAY

2025 / DÜZCE

KISALTMALAR

BA	Birleştirilmiş Ağırlık
CC	Cluster Center
CH	Cluster Head
DEEC	Distributed Energy Efficient Clustering
EEC	Efficient Energy Coverage
EEHC	Energy Efficient Hierarchical Clustering
EECS	Energy Efficient Cluster Scheme
GA	Gelişmiş Algılayıcı
HCR	Hierarchical Cluster Based-Routing
HEED	Hybrid Energy Efficient Distributed
H-PEGASIS	Hierarchical-PEGASIS
KAA	Kablosuz Algılayıcı Ağ
KB	Küme Başı
KM	Küme Merkezi
KMD	Küme Merkezi Dışındakiler
KM-KBA	Küme Merkezli-Küme Başı Seçimi Algoritması
LA	Lider Algılayıcı
LEACH	Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy
LEACH-C	LEACH-Centralized
MSN	Mobile Sink Node
NA	Normal Algılayıcı
OCC	Outside the Cluster Center
PEGASIS	Power-Efficient Gathering Sensor Information System
QoS	Quality of Service
SEP	Stable Election Protocol
SN	Sink Node
TDMA	Time Division Multiple Access
WCA	Weighted Clustering Algorithm

SİMGELER

W	Ağırlık
T	Minimum Cost Tree
m	Gelişmiş Algılayıcı
α	Gelişmiş Algılayıcı ile Normal Algılayıcı arasındaki Enerji farkı
T	Algılayıcıların KB'ye aday olma olasılığı
K_i	Küme Merkezi
N	Algılayıcı sayısı
M_i	K-Means kümesi

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

GİRİŞ	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Önerilen Çözüm Yöntemi.....	2
1.3. Kitap Organizasyonu.....	3

BÖLÜM 2

KABLOSUZ ALGILAYICI AĞ'LARDA KULLANILAN ENERJİ DUYARLI KÜMELEME ALGORİTMALARI

5

2.1. Giriş.....	5
2.2. Sezgisel Düzen.....	7
2.2.1. LCA.....	8
2.3. Ağırlıklı Düzen.....	9
2.3.1. WCA.....	9
2.4. Hiyerarşik Düzen	10
2.4.1 Homojen:	10
2.4.1.1. LEACH.....	10
2.4.1.2. LEACH-C.....	12
2.4.2. Heterojen	13
2.4.2.1. SEP	14
2.4.2.2. EECS	15
2.4.2.3. DEEC	15
2.4.2.4. EEHC	16
2.4.2.5. HEED	17
2.5. Grid (Zincir)Tabanlı Protokoller.....	17
2.5.1. PEGASIS.....	18
2.5.2. H-PEGASIS.....	19
2.6. Kümeleme Protokollerinin Karşılaştırılması	19
2.7. Sonuç.....	25

BÖLÜM 3

KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLAR İÇİN KÜME MERKEZLİ KÜME BAŞI SEÇİM ALGORİTMASINA DAYALI YENİ BİR KÜMELEME ALGORİTMASI.....27

3.1. Giriş.....	27
3.2. Küme Merkezli-Küme Başlı Seçim Algoritması (KM-KBA)	28
3.2.1. K-Means	29
3.2.1.1. K-Means Algoritmasının Matematiksel Modeli.....	31
3.2.1.2. K-Means Algoritmasının Çalışma Adımları.....	32
3.2.2. K-Means Algoritmasının KM-KBA Bağlamındaki Önemi....	34
3.2.3. KM-KBA (Küme Merkezli - Küme Başlı Seçim Algoritması)35	

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA.....43

4.1. Giriş.....	43
4.2. KM -KBA'nin Değerlendirilmesi	44
4.2.1. KM -KBA'nin Performans değerlendirmesi.....	44
4.2.2. KM -KBA'nin Homojen KAA'larda Performans Değerlendirme Ortamı.....	45
4.2.2.1. Benzetim Parametreleri ve Karşılaştırma Sonuçları	46
4.2.3. KM-KBA'nin Heterojen KAA'da Performans Değerlendirme Ortamı.....	55
4.2.3.1. Benzetim Parametreleri ve Karşılaştırma Sonuçları	56

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER.....61

5.1. Sonuç.....	61
5.2. Çalışmanın Getirdiği Katkıları.....	62
5.3. Tartışma ve Öneriler.....	63

KAYNAKLAR65

KAYNAKLAR

- Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., & Cayirci, E. (2002a). *A Survey on Sensor Networks*. August, 102–114. <https://doi.org/10.1109/MWC.2010.5416354>
- Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., & Cayirci, E. (2002b). *Wireless sensor networks : a survey*. 38, 393–422.
- Akyildiz, I. Fuat., & Vuran, M. Can. (2010). Wireless Sensor Network. In *John Wiley & Sons* (pp. 17–33). <https://www.wiley.com/en-us/Wireless+Sensor+-+Networks-p-9780470036013>
- Biazi, A., Marcon, C., Shubeita, F., Poehls, L., Webber, T., & Vargas, F. (2016). A Dynamic TDMA-Based Sleep Scheduling to Minimize WSN Energy Consumption. *2016 IEEE 13th International Conference on Networking, Sensing, and Control (ICNSC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICNSC.2016.7478994>
- Buratti, C., Conti, A., Dardari, D., & Verdone, R. (2009a). An overview on wireless sensor networks technology and evolution. *Sensors*, 9(9), 6869–6896. <https://doi.org/10.3390/s90906869>
- Buratti, C., Conti, A., Dardari, D., & Verdone, R. (2009b). An overview on wireless sensor networks technology and evolution. *Sensors*, 9(9), 6869–6896. <https://doi.org/10.3390/s90906869>
- C. R. Lin, & M. Gerla. (1997). Adaptive Clustering for Mobile Wireless Networks. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 15.
- Chamam, A., & Pierre, S. (2009). On the planning of wireless sensor networks: Energy-efficient clustering under the joint routing and coverage constraint. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 8(8), 1077–1086. <https://doi.org/10.1109/TMC.2009.16>
- Chatterjee, M., Das, S. K., & Turgut, D. (2002). WCA : A Weighted Clustering Algorithm for Mobile Adhoc Networks. *Journal of Cluster Computing*, 5(2), 193–204. <https://doi.org/10.1023/A:1013941929408>
- D. J. Dechene, A. El Jardali, M. Luccini, and A. S. (2012). *A Survey of Clustering Algorithms for Wireless Sensor Networks*. 26(7), 869–873.
- Dhiviya, S. (2017). *SURVEY ON WSN USING CLUSTERING*. <https://doi.org/10.1109/ICRTCCM.2017.87>
- Elbhiri, B., Rachid, S., El Fkihi, S., & Aboutajdine, D. (2010). Developed Distributed Energy-Efficient Clustering (DDEEC) for heterogeneous wireless sensor networks. *2010 5th International Symposium on I/V Communications and Mobile Networks, ISIVC 2010*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ISVC.2010.5656252>
- Epheremides, D. J. B. and A. (1981). *The Architectural Organization of a Mobile Radio Network via a Distributed Algorithm*. C(11), 1694–1701.

- Gupta, S., & Marriwala, N. (2017). *Improved Distance Energy Based LEACH Protocol for Cluster Head Election in Wireless Sensor Networks*. 91–96.
- Heinzelman, W. B. (2000). *Application-Specific Protocol Architectures for Wireless Networks* (Issue 1995).
- Heinzelman, W. B., Chandrakasan, A. P., & Balakrishnan, H. (2002). An application-specific protocol architecture for wireless microsensor networks. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 1(4), 660–670. <https://doi.org/10.1109/TWC.2002.804190>
- Heinzelman, W. R. R., Chandrakasan, A., & Balakrishnan, H. (2000). Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks. *Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, vol. 1(c), 10. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2000.926982>
- Hou, G., Tang, K. W., & Noel, E. (2013). Implementation and analysis of the LEACH protocol on the TinyOS platform. *International Conference on ICT Convergence*, 918–923. <https://doi.org/10.1109/ICTC.2013.6675518>
- Islam, M. M. M., Matin, M. a., & Mondol, T. K. K. (2012). Extended Stable Election Protocol (SEP) for three-level hierarchical clustered heterogeneous WSN. *IET Conference on Wireless Sensor Systems (WSS 2012)*, 1–4. <https://doi.org/10.1049/cp.2012.0595>
- Jafri, M. R., Javaid, N., Javaid, A., & Khan, Z. A. (2013). Maximizing the lifetime of multi-chain PEGASIS using sink mobility. *World Applied Sciences Journal*, 21(9), 1283–1289. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.21.9.175>
- Kaur, P. (2015). *K-Means based General Self-Organized Tree- Based Energy Balancing Routing Protocol for Wireless Sensor Networks*. 6(4), 3457–3464.
- Kour, H., & Sharma, A. K. (2010). Hybrid Energy Efficient Distributed Protocol for Heterogeneous Wireless Sensor Network. *International Journal of Computer Applications*, 4(6), 1–5. <https://doi.org/10.5120/828-1173>
- Kumar, A., & Singh, D. (2016a). *IMPORTANCE OF ENERGY IN WIRELESS SENSOR NETWORKS : A SURVEY*. 17(January 2016), 500–505.
- Kumar, A., & Singh, D. (2016b). *IMPORTANCE OF ENERGY IN WIRELESS SENSOR NETWORKS : A SURVEY*. 17(January 2016), 500–505.
- Kumar, D., Aseri, T. C., & Patel, R. B. (2009). EEHC: Energy efficient heterogeneous clustered scheme for wireless sensor networks. *Computer Communications*, 32(4), 662–667. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2008.11.025>
- Kumar, D., Aseri, T. C., & Patel, R. B. (2011). A novel multihop energy efficient heterogeneous clustered scheme for wireless sensor networks. *Tamkang Journal of Science and Engineering*, 14(4), 359–368. <https://doi.org/10.1049/iet-com>
- Lee, H., & Lee, K. (2008). Energy minimization for flat routing and hierarchical routing for wireless sensor networks. *Proceedings - 2nd Int. Conf. Sensor Technol. Appl., SENSORCOMM 2008, Includes: MESH 2008 Conf. Mesh Networks; ENOPT 2008 Energy Optim. Wireless Sensors Networks, UNWAT 2008 Under Water Sensors Systems*, 735–742. <https://doi.org/10.1109/SENSORCOMM.2008.91>

- Lindsey, S., Raghavendra, C., Sivalingam, K., & Box, P. O. (2001). *Data Gathering in Sensor Networks using the Energy * Delay Metric* Washington State University. 00(C), 0–7. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(03\)00072-8](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(03)00072-8)
- Linping, W., Zhen, C., Wu, B., & Zufeng, W. (2010). Improved algorithm of PEGASIS protocol introducing double cluster heads in wireless sensor network. *2010 International Conference on Computer, Mechatronics, Control and Electronic Engineering, CMCE 2010, 1*, 148–151. <https://doi.org/10.1109/CMCE.2010.5609618>
- Macqueen, J. (1967). *SOME METHODS FOR CLASSIFICATION AND ANALYSIS OF MULTIVARIATE OBSERVATIONS*. 233(233), 281–297.
- Masoud, M. Z., Jaradat, Y., Zaidan, D., & Jannoud, I. (2019). To Cluster or Not to Cluster : A Hybrid Clustering Protocol for WSN. *2019 IEEE Jordan International Joint Conference on Electrical Engineering and Information Technology (JEEIT)*, 678–682.
- Mehta, S., Vhatkar, S., & Atique, M. (2015). Comparative Study of PEGASIS protocols in Wireless Sensor Network. *Network, 1*(5), 2.
- Misra, S. (2016). A Literature Survey on Various Clustering Approaches in Wireless Sensor Network. *2016 2nd International Conference on Communication Control and Intelligent Systems (CCIS)*, 18–22. <https://doi.org/10.1109/CCIIntS.2016.7878192>
- Park, G. Y., Kim, H., Jeong, H. W., & Youn, H. Y. (2013). A Novel Cluster Head Selection Method based on K-Means Algorithm for Energy Efficient Wireless Sensor Network. *2013 27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*, 910–915. <https://doi.org/10.1109/WAINA.2013.123>
- Qing, L., Zhu, Q., & Wang, M. (2006). Design of a distributed energy-efficient clustering algorithm for heterogeneous wireless sensor networks. *Computer Communications, 29*(12), 2230–2237. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2006.02.017>
- Rabiaa, E., Noura, B., & Adnene, C. (2015). Improvements in LEACH based on K-means and Gauss algorithms. *Procedia - Procedia Computer Science, 73*(Awict), 460–467. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.046>
- Raghavendra, S. L., & C. (2002). PEGASIS: Power-Efficient Gathering in Sensor Information Systems. *IEEE Aerospace Conference Proceedings, 3*, 1125–1130. <https://doi.org/10.1.1.21.7806>
- Sen, J. (2009). A survey on wireless sensor network security. *International Journal of Communication Networks and Information Security, 1*(2), 59–82. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2008.04.002>
- Shi, S., Liu, X., & Gu, X. (2012). An energy-efficiency Optimized LEACH-C for wireless sensor networks. *2012 7th International ICST Conference on Communications and Networking in China, CHINACOM 2012 - Proceedings*, 487–492. <https://doi.org/10.1109/ChinaCom.2012.6417532>
- Singh, S. K., Singh, M. P., & Singh, D. K. (2010). A Survey of Energy-Efficient Hierarchical Cluster-Based Routing in Wireless Sensor Networks. *Interna-*

- tional Journal of Advanced Networking and Applications*, 2(2), 570–580. <https://doi.org/10.1109/IFITA.2010.137>
- Smaragdakis, G., Matta, I., & Bestavros, A. (2004a). SEP: A Stable Election Protocol for clustered heterogeneous wireless sensor networks *. *2nd International Workshop on Sensor and Actor Network Protocols and Applications*, 251–261. <https://doi.org/10.3923/jmcomm.2010.38.42>
- Smaragdakis, G., Matta, I., & Bestavros, A. (2004b). SEP: A Stable Election Protocol for clustered heterogeneous wireless sensor networks *. *2nd International Workshop on Sensor and Actor Network Protocols and Applications*, 251–261. <https://doi.org/10.3923/jmcomm.2010.38.42>
- Tsigas, P. (n.d.). *Project on Mobile Ad-hoc Networking and Clustering*.
- Yang, X. (2014). *Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms Second Edition* (Issue May).
- Ye, M., Li, C., Chen, G., A., & Wu, J. (2005). EECS: An Energy Efficient Clustering Scheme in Wireless Sensor Networks. *IPCCC 2005. 24th IEEE International Performance, Computing, and Communications Conference, 2005.*, 535–540. <https://doi.org/10.1109/PCCC.2005.1460630>
- Ye, M., Li, C., Chen, G., & Wu, J. (2007). An Energy Efficient Clustering Scheme. *Ad Hoc & Sensor Wireless Networks*, 3, 99–119.
- Yick, J., Mukherjee, B., & Ghosal, D. (2008). Wireless sensor network survey. *Computer Networks*, 52(12), 2292–2330. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2008.04.002>