

Derin Takviyeli Öğrenme Kullanarak IoT Tabanlı Akıllı Atık Yönetimi

Kazim Raza Rajani, Anuroop Gaddam^[0000--(0001)–5112–9849], ve Jyotheesh Gaddam^[0000–0002–8683–5660]

Bilgi Teknolojileri Okulu, Deakin Üniversitesi, Geelong, VIC, Avustralya
Anuroop.Gaddam@deakin.edu.au

Özet Son on yılda, bir şehrin yaşanabilirliğini iyileştirmek ve sakinleri için sonuçları iyileştirmek için sürekli artan ihtiyaç, dünya çapında kentleşmiş toplumları geliştirmek için teknolojinin benimsenmesi, akıllı şehirlerin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Dünya nüfusunun artış hızı, akıllı şehirlerde Nesnelerin İnterneti'nin kullanımı yaşam kalitesini gerçekten ilerletmiştir. Akıllı şehir çerçevesinde önemli bir endişe alanı atık yönetimidir. Bir şehirdeki atıklar yeterince yönetilmezse, vatandaşların sağlığında sorunlara yol açar. Ayrıca, atık yönetiminin çevresel ayak izi üzerinde çok yüksek bir etkisi vardır, bu nedenle atıkların akıllı bir şekilde yönetilmesi ihtiyacı kritik önem taşımaktadır. Araştırmamızda, sorunun vatandaşlar ve genel şehir operasyonları üzerindeki etkisini anlamak için bir şehirdeki atık yönetiminin zorluklarını analiz ediyoruz. Daha sonra, astronomik bir hızla gelen büyük hacimli değerli verileri toplamak için Nesnelerin İnterneti gibi gelişmekte olan teknolojileri kullanarak bu sorunları çözmenin yollarını araştırıyoruz, ardından anlamlı bilgiler ve eyleme geçirilebilir içgörüler elde etmek için büyük verinin gücünden yararlanmak üzere çok ajanlı derin takviye öğrenme algoritmaları uyguluyoruz. Nesnelerin İnterneti tarafından üretilen verileri algoritmamıza üç ana amaç için alıyoruz: bildirimleri harici bir sisteme sağlamak, örneğin, bu projenin kapsamı dışında olan ancak rota optimizasyonu ve atık araç takibi için gelecekte bir uzantı olan bir harita navigasyon motoru; elde edilmemiş verilerden eyleme geçirilebilir içgörüler çıkarmak ve raporlamak; ve çeşitli coğrafi konumlardaki atık dolum seviyelerinin bilinmeyen modellerini ortaya çıkarmak ve yine atık toplama araçlarını verimli bir şekilde planlayabilecek ve rotayı optimize edebilecek bir atık toplama yetkilisi gibi harici sistemlere tetikleyiciler ve bildirimler göndermek için çıkarılan verileri tahmine dayalı tahmin için kullanmak. Yukarıda belirtilen sonuçları elde etmek için, bağlandığı donanımdan bağımsız olan ve mimaride soyutlama seviyesini koruyarak çok çeşitli donanımlarla etkili bir şekilde arayüz oluşturabilen bir çerçeve öneriyoruz.

Anahtar Kelimeler: sürdürülebilirlik; akıllı şehirler; Nesnelerin İnterneti (IoT); çok etmenli derin pekiştirmeli öğrenme; akıllı atık yönetimi; akıllı sensörler

2 K.R. Rajani ve diğerleri.

1 Giriş

Son on yılda akıllı şehirler 5 milyonluk bir şehirde her yıl 30-300 hayatın kurtarılmasına, suç olaylarının %30-40 oranında azaltılmasına, hastalık yükünün %8-15 oranında azaltılmasına, günlük işe gidip gelme süresinin 15-30 dakika kısaltılmasına, katı atıkların azaltılmasına, kişi başına günlük su tüketiminde 25-80 litre tasarruf sağlanmasına ve acil durum müdahale sürelerinin %20-35 oranında azaltılmasına yardımcı olmuştur [1]. Dünyanın dört bir yanındaki akıllı şehirler, zorlukların üstesinden gelmek ve vatandaşlara sunulan hizmetlerin kalitesini artırmak amacıyla, sorunsuz bir şekilde birbirine bağlı bir toplum inşa etmek için bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanmaktadır [2]. Daha ikna edici argümanlar, akıllı şehir konseptinin yalnızca vatandaşlara yönelik hizmetlerin sonuçlarını iyileştirmekle kalmayıp aynı zamanda hükümetlere kamu yönetimlerinin etkili ve verimli bir şekilde yürütülmesi için modern teknolojiyi kullanma yetkisi verdiğini öne sürmektedir [3].

Neirotti ve diğerlerine göre, "küresel akıllı şehir pazarının 2024 yılına kadar 1200 milyar ABD Dolarını aşması beklenmektedir ki bu rakam 2014 yılındaki rakamın neredeyse üç katıdır" [4]. Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu'nun son verilerine göre, dünya nüfusunun yaklaşık yarısından fazla şu anda kentsel alanlarda yaşamaktadır. Dünya nüfusunun yaklaşık yüzde 66'sının 2050 yılına kadar kentsel bir ortamda yaşayacağı öngörülmektedir [5].

Son zamanlarda "akıllı şehir" terimi, "akıllı şehir" ve "dijital şehir" terimleriyle birbirinin yerine kullanılmaktadır. Birçok araştırmacı akıllı şehir için çeşitli tanımlar yapmıştır, ancak akıllı şehrin temel yönlerine ve hedeflerine değinen tanım Fernández-Isabel ve Fuentes- Fernández'e aittir: "Akıllı bir şehre sahip olmak için temel ihtiyaç, sürdürülebilir bir çevre ile yaşam kalitesi ve yaşam maliyetinin kesişmesidir. Zeka, akıllı zeka kavramını aşılama şeklimizde yatmaktadır." [6].

1.1 Akıllı Atık Yönetimi

Dünyanın dört bir yanındaki hiper bağlantılı akıllı şehirler, çeşitli ölçeklerde ve farklı karmaşıklıklarda çeşitli dijital, akıllı ve zeki girişimler üstlenmiştir. Uygulamaların modernizasyonunun yalnızca süreçleri otomatikleştirmek için teknolojik çözümlerin seçilmesi süreci olmadığı, dijital varlıklar oluşturmak için teknoloji ile işlevsel teknik ve yöntemlerin bir karışımı olduğu gözlemlenmiştir. Akıllı şehir gelişiminin en büyük alanlarından biri akıllı atık yönetimidir. Araştırmamız, IoT, Veri Madenciliği ve Makine Öğrenimi gibi temel teknolojileri kullanarak dönüşüm aşamaları şeklinde metodik bir yaklaşım kullanarak akıllı atık yönetimi için sağlam bir çerçeve önermeyi amaçlamaktadır. Araştırma, atık yönetimi, veri yaşam döngüsü ve bilgi sağlamak için madencilik tekniklerinin kullanımı gibi en yüksek etkili problemin temel kullanım durumunun seçilmesi ve ardından öğrenme sonuçlarına dayalı olarak sistem mimarisini eğitmek ve optimize etmek için makine öğrenimini kullanarak sürdürülebilir bir operasyon dahil olmak üzere akıllı atık yönetimi çerçevesinin hem teknik alanlarına hem de işlevsel yönlerine odaklanmayı amaçlamaktadır.

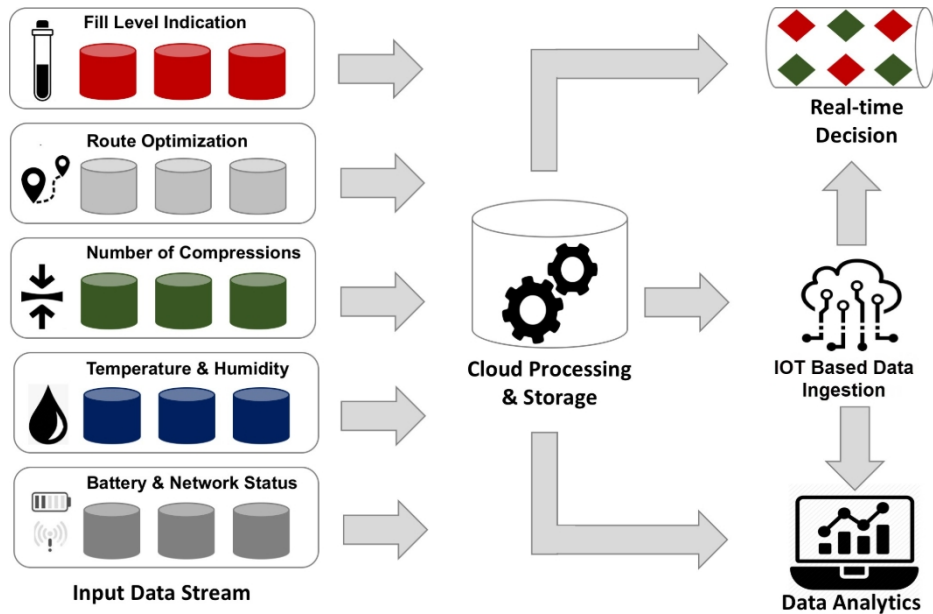
Akıllı atık dönüşümü, temel modelleri veri yaşamını yakalayan hükümet ve yönetimde ortaya çıkan bir kavram olmuştur.

döngüleri hala araştırmanın ilk günlerindedir. İlk günlerinden bu yana, araştırmacı, endüstri uygulayıcısı, konu uzmanları ve kullanıcılar gibi kilit paydaşlar konuyla uygulama perspektifinden ilişkilendirilmiştir. Veriden bilgiye giden yolda yer alan temel yapı taşları ve kilit katalizörler hakkında sınırlı bilgi mevcuttur. Bu konunun temel yönlerini anlamak için dergilerde ve web üzerinde mevcut kaynakların metodik bir literatür taramasından sonra, bu çalışma alanının daha fazla araştırma gerektirdiğini belirlemek için keşif niteliğinde bir çalışma yürüttük. Çalışma alanının belirlenmesine yönelik üst düzey bir araştırma, veri madenciliği ve makine öğreniminin akıllı atık yönetimi çerçevesinin geliştirilmesinde ayrılmaz bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Teknoloji ve işlevlerin dinamik doğası ile akıllı atık yönetimi mimarisini düzenlemenin zor olduğu kanıtlanmıştır.

Etkili ve verimli bir atık yönetim sistemi sağlamak için aşağıdaki temel bileşenlerden oluşan bir akıllı atık yönetim sistemi öneriyoruz. Önerilen akıllı atık yönetim sisteminin çerçevesi Şekil 1'de gösterilmektedir

- Dolum Seviyesi Göstergesi: Bidona, bidonun doluluk seviyesi bilgisini, yani bir bidonun örneğin %25, %50, %75 ve %100 gibi ne kadar dolu olduğunu gösteren bir doluluk seviyesi sensörü takılmalıdır. Bu dört seviye, çöp kutusuna yerleştirilen GPS cihazı aracılığıyla sistem yöneticisine ve yakındaki araca bildirim gönderecek şekilde yapılandırılır. Bölüm xx'de sistemimizin doluluk seviyesi gösterge tablosunu gösteriyoruz.
- Rota Optimizasyonu: Gerçek zamanlı dolum seviyesi bilgileri sistem yöneticisine sunulduğundan, rotanın verimli bir şekilde planlanmasına ve optimize edilmiş atık toplama hizmeti sağlanmasına olanak tanır. Bölüm xx'de Rota Optimizasyonu çözümümüzün bir görünümünü sunuyoruz.
- Sıkıştırma Sayısı: Çöp kutusuna yerleştirilen bir sıkıştırma makası, çöp kutusunun hacimsel doluluğunu azaltacak şekilde atığı kesmesine izin verir. Örneğin, bidonumuz 40 litre atığa izin veriyorsa, sıkıştırma makası atığı sıkıştırarak küçük bir alanda tutulmasını sağlar ve kalan alanı daha fazla atık için boşaltır. Bunun doluluk seviyesi üzerinde olumlu bir sonucu vardır, yani doluluk seviyesi her zaman artmaz, ancak her sıkıştırma döngüsünden sonra azalabilir. Doluluk seviyesi bildirimleri yalnızca belirli bir eşiğe ulaşıldığında gerçekleşir. Atık, dolum seviyesini %25'lik bir artışla yükselttiğinde sıkıştırma döngüsü isteğe bağlı olarak çalıştırılır.
- Sıcaklık ve Nem: Bu sensör, olası bir yangının bildirilmesi için herhangi bir önlem almak üzere çöp kutusunun sıcaklığı hakkında bilgi sağlar. Benzer şekilde, atık türünün belirlenmesine yardımcı olacağından ve atık toplamanın atıkları sınıflandırmasına izin vereceğinden, çöp kutusunun nem seviyesini de rapor eder.
- Batarya ve Ağ Durumu: Akü ve çöp kutusuna yerleştirilen GPS sistemi, bulutlu günlerde gücün kullanılabilir olmasını sağlamak için tamamen şarj edilmiş bir yedek akü ile güneş panelleri tarafından desteklenmektedir. Yedek batarya %50'ye kadar tüketilmişse, sistem yöneticisinin bataryayı yeniden şarj etmek için bir bakım faaliyeti planlaması tavsiye edilir.

4 K.R. Rajani ve diğerleri.



Şekil 1. Akıllı Atık Yönetimi Akıllı Atık Yönetimine Genel Bakış.

1.2 Akıllı Atık Yönetimi için Nesnelerin İnterneti

Akıllı bir şehri etkin bir şekilde yönetmek için, çevreden yakalanan sensörler, aktüatörler ve giyilebilir cihazlar gibi Nesnelerin İnterneti (IoT) kullanılarak büyük miktarda veri toplanırken, bulut bilişim verileri işlemek, farkındalık yaratmak ve veriye dayalı karar vermek için paylaşmak için kullanılır [7]. Ancak, bu akıllı uygulamaların oluşturulması, akıllı şehir uygulamasının mimarisinin her katmanında var olabilecek güvenlik açıkları nedeniyle ilişkili güvenlik ve gizlilik sorunlarının bir bedeli olabilir [1]. Bir diğer önemli sorun, özellikle akıllı şehirlerde IoT platformunda yaygın olarak kullanılan ve akıllı şehir uygulamalarında güvenilir ilişkilerin kurulmasındaki artışla birlikte azalma gösteren geleneksel veri toplama yöntemlerinden daha iyi performans gösterebilecek olan kitle algılama kullanılarak birden fazla kaynaktan veri toplandığında bu verilerin paylaşılmasıyla ilgilidir [8].

Akıllı şehir içerisinde veri toplamak için kullanılan düğüm sayısının artmasıyla birlikte, uygulamalar trafik ve danışmanlık hizmetlerinden büyük miktarda veri toplamaktadır. Bu verilerden çıkarılan bilgiler yanlışlıkla dalgalı örüntüler sağlayabilir. İhtiyaca dayalı algılama ve veri analitiği gibi teknikler kullanılarak verilerin yanlış yorumlanması, bu veriler kullanılarak alınan kararlar üzerinde güvenlik tehditleri oluşturmaktadır [9]. Ayrıca, Nesnelerin İnterneti ve vatandaşların katılımının akıllı atık yönetimi uygulamaları ve hizmetlerinde büyük miktarda veri oluşturduğu ve bu verilerin akıllı uygulamaların başarısı ve zamanında iyileştirilmesi için gerekli olduğu görülmüştür. Buna ek olarak

Büyük verilerin depolanması ve analizi, geleneksel veritabanı sistemlerinin aksine daha modern bir çözüm gerektiren inanılmaz derecede karmaşık bir sorun olarak kabul edilmiştir. Bu sorunu hafifletmek için bulut çözümleri ve büyük veri teknolojileri çeşitli kaynaklardan gelen büyük ölçekli verileri etkin bir şekilde yönetmektedir [10].

Akıllı atık yönetiminin kapsayıcı yöntemleri arasında, sensörlerin, aktüatörlerin ve akıllı nesnelerin şehir ölçeğinde konuşlandırılmasından yararlanarak hizmet sağlamaya yardımcı olan IoT teknolojisinin kullanılması yer almaktadır. Bu tür hizmetler için birincil itici güç, genel olarak veri üreticisi, veri tüketicisi ya da her ikisinin bir kombinasyonu olan paydaşlar olarak sınıflandırılmıştır [11]. Birçok araştırmacı, dünya genelindeki Akıllı şehirlerin kentleşmenin bir sonraki nesli olduğunu savunmaktadır. Ancak bu durum aynı zamanda bu şehirlerin vatandaşlarının güvenliğini ve mahremiyetini ihlal etmeden ve çığnemenen yönetilmesini de zorlaştırmaktadır, bu nedenle çerçevemiz dahilinde verilerin güvenliğini sağlama ihtiyacını öneriyoruz. Görünürlük adına büyük veri kullanarak açık platformun gücünden yararlanıyoruz. IoT alanındaki çok çeşitli araştırmalar, anlamlı sonuçlar elde etmek için verilerin sorumlu bir şekilde kullanılmasına odaklanmıştır. Akıllı bir şehirde gizlilik ve güvenlik önlemlerinin gücü, anonim ve şifreli olarak yaşayan insanların verilerini tutmaktır. Bu insanlar, geleneksel manuel veya mekanik ekipmanlardan çok farklı olan yeni elektronik teknolojiye erişebilmektedir. Bu nedenle, akıllı atık yönetiminin akıllı kalmasını sağlamak için, bu elektronik cihazlar kendi türlerindeki farklı düğümleri tanıyan düğümler olarak hareket eder ve bu da veri depolama ve paylaşma yeteneği ile sonuçlanır [12]. Akıllı atık yönetim sistemi için, bir soyutlama katmanı sağlayan ve gizlilik ve güvenlik endişelerinden kurtaran bir çerçeve önererek IoT cihazlarını kullanıyoruz. Akıllı atık yönetimi için donanımın, sistemden yakalanan verileri korumamızı sağlayacak olan sistemin yazılımından habersiz olması gerektiğini öneriyoruz. Akıllı bir şehri etkin bir şekilde yönetmek için, çevreden yakalanan sensörler ve aktüatörler gibi Nesnelerin İnterneti kullanılarak büyük miktarda veri toplanırken, bulut bilişim verileri işlemek, farkındalık yaratmak ve veri odaklı karar vermek için paylaşmak için kullanılır [7]. Ancak, bu akıllı uygulamaların oluşturulması, bir akıllı şehir uygulamasının mimarisinin her katmanında var olabilecek güvenlik açıkları nedeniyle ilişkili güvenlik ve gizlilik sorunlarının bir bedeli olabilir [1]. Bir diğer önemli sorun da, özellikle akıllı şehirlerde IoT platformunda yaygın olarak kullanılan ve akıllı şehir uygulamalarında güvenilir ilişkilerin kurulmasındaki artışla birlikte azalma gösteren geleneksel veri toplama yöntemlerinden daha iyi performans gösterebilecek olan kitle algılama kullanılarak birden fazla kaynaktan veri toplandığında bu verilerin paylaşılmasıyla ilgilidir [8].

Akıllı şehir içerisinde veri toplamak için kullanılan düğüm sayısının artmasıyla birlikte, uygulamalar işlemsel ve danışmanlık hizmetlerinden büyük miktarda veri toplamaktadır. Bu verilerden çıkarılan bilgiler yanlışlıkla dalgalanan modeller sunabilir. İhtiyaca dayalı algılama ve veri analitiği gibi teknikler kullanılarak verilerin yanlış yorumlanması, bu veriler kullanılarak alınan kararlar üzerinde güvenlik tehditleri oluşturmaktadır [9]. Bu çalışmanın amacı, akıllı şehirler için bir akıllı atık yönetimi çerçevesi oluşturmak ve önermektir

6 K.R. Rajani ve diğerleri.

Veri madenciliği ve makine öğrenimini kullanarak ve hem teknik hem de işlevsel yollara odaklanarak temel zorlukların ampirik, teorik ve pratik olarak nasıl ele alınacağına ışık tutmaktadır. Bu yaklaşımın amacı ve hedefi, akıllı şehir modernizasyonu ve dönüşümüne yeni bir boyut kazandırmak ve veri madenciliğine dayalı modelleme, teknoloji merkezli mimariler, iş süreçleri, dijital uygulama ve veri odaklı karar verme gibi çeşitli merceklerden bakmaktır. IoT odaklı, bağlantılı, akıllı bir atık toplama ve yönetim çözümü olarak tasarlanan ürünümüzün arkasındaki motivasyon aşağıdakileri içermektedir.

- Atıkları yeşil, geri dönüştürülebilir, genel, cam vb. gibi atık malzemelerine göre kategorilere ayırın ve özel bölmelerinde düzenleyin.
- Depo seviyesini izlemek için dolum seviyesi sensörleri.
- Dolum seviyesi, sıcaklık ve diğer metriklerin neredeyse gerçek zamanlı raporlanması.
- Verileri görselleştirmek ve uyarıları tetiklemek için akıllı gösterge paneli, karar verme mekanizması.
- Müşterinin çöp kutusu yüzeyini reklam için kullanmasına (para kazanmasına), bilgi görüntülemesine olanak tanıyarak çok amaçlı çöp kutusu haline getirin.

IoT'ler ve Veri Madenciliği algoritmaları kullanılarak akıllı şehirler bağlamında akıllı şehir atık yönetimi çerçevesi alanında çok az araştırma katkısı olmuştur. Bu oldukça yeni bir kavramdır ve problemi ifade etmek ve dünya genelindeki şehirlerin karşılaştığı akıllı şehir modellemesine ilişkin ortak sorunlara bazı cevaplar önermek çok önemlidir.

Makalenin geri kalanının yapısı aşağıdaki gibidir: Bölüm 2'de, literatür tarama sürecini ve şu ana kadar toplanan bilgileri açıklayarak araştırmamıza genel bir bakış sunuyoruz. Bölüm 3'te, önerdiğimiz teorik çerçeveyi ve sistem tasarımını tanıtıyoruz. Bölüm 4'te araştırma metodolojimizi, veri toplama sürecimizi ve kaynak ihtiyacımızı tanımlıyoruz. Bölüm 5'te, çerçevemizi son teknoloji değerlendirme kriterleri ve performans değerlendirme metriklerine göre değerlendiriyoruz. Bölüm 6'da çalışmamızı sonuçlandırıyor ve sonraki adımlar için izleyeceğimiz yolu tanımlıyoruz.

2 Literatür Taraması

Sistematik bir literatür taraması birkaç adım izlenerek yapılmıştır. Literatür taraması, çeşitli bilgi çıkarma aşamalarından geçmiştir. Bu yapı, literatür taraması sırasında uygulanan en ilgili makalelere odaklanmamızı sağlamıştır. Bölüm 2.2'de temel bulguların bir özetini sunmaktayız.

2.1 Araştırma Sorularının Belirlenmesi:

Nesnelerin İnterneti, verilerin toplanması ve yorumlanması için Akıllı Atık Yönetimi Çerçevesinde büyük önem taşımaktadır.

altta yatan modelin. Bununla birlikte, sayısız arka uç teknolojisi kullanan çeşitli markalara ait çok sayıda sensör mevcuttur. Farklı sensörler farklı ortamlarda farklı şekilde kullanılabilir. Genel akıllı atık yönetimi sürecinin platformdan bağımsız olmasını sağlamak için akıllı atık yönetimi uygulayıcılarının, kent konseylerinin, belediyelerin ve konuyla ilgilenen araştırmacıların bu çerçeveye çalışmasını sağlayacak bir çerçeveye ihtiyaç vardır.

- S1: Mevcut pazar nasıl yapılandırıldı ve Nesnelerin İnternetinde gerçek zamanlı akıllı atık yönetimi için temel özellikler nelerdir?
- S2: Mevcut rakipler ve farklılaştırılmış önermeleri olan her bir sistemin temel özellikleri nelerdir?
- S3: Mimaride soyutlama seviyesine izin veren akıllı atık yönetimi için platformdan bağımsız bir çerçeve en iyi nasıl tasarlanır?

Literatür taraması sırasında arama ifadeleri, Akıllı Atık Yönetimi ve nesnelerin interneti alanındaki temel kavramlara ve teknolojilere odaklanmıştır. Sağlam bir arama stratejisi, manuel arama stratejisi ve otomatik arama stratejisi için en önemli arama stratejileriyle ilgili doğru bilgilerin çıkarılması için önemli bir adım olarak kullanılmıştır. Sağlam bir arama stratejisi, manuel arama stratejisi ve otomatik arama stratejisi için en önemli arama stratejileriyle ilgili doğru bilgileri çıkarmak için önemli bir adım olarak kullanılır. Bu durum aşağıdaki tablo 1'de açıkça gösterilmektedir.

Tablo 1. Anahtar Kavramlara dayalı arama kağıtları

Veritabanı	KC-1	KC-2	KC-3	KC-4	KC-5	Toplam
Google Akademik	1265	227	728	671	1721	4612
IEEE	1429	619	634	496	784	3962
Elsevier	1298	428	579	138	682	3125
Springer	1644	311	609	109	729	3402
ACM	1321	389	592	179	603	3084
Toplam	6757	1974	3142	1593	4519	18185

Nerede?

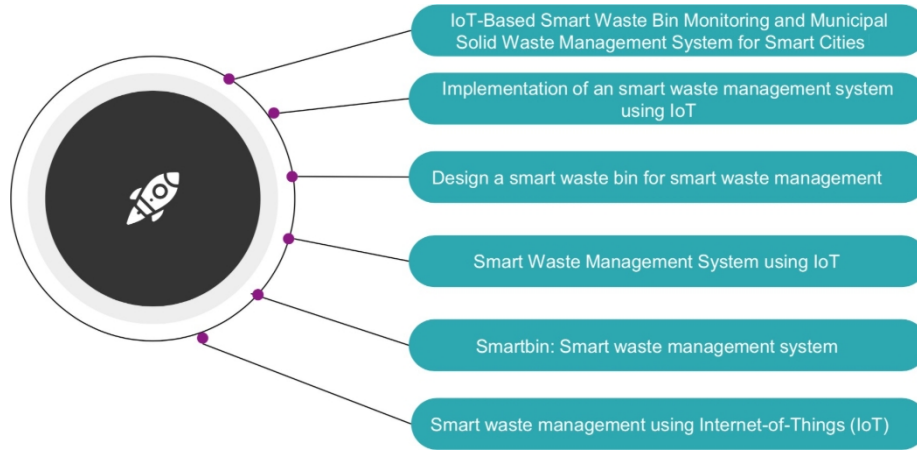
- KC-1 Akıllı Şehirlerde Nesnelerin İnterneti
- KC-2 Akıllı Atık Yönetiminde Nesnelerin İnterneti
- KC-3 Akıllı Dolum seviyesi algılamasıdır
- KC-4 Nesnelerin İnterneti Yöntem ve Teknikleri
- KC-5 Akıllı Atık Yönetiminde IoT Mimarisi

Araştırma sorularımız için binlerce makaleye ulaşıldığı gözlemlenebildiğinden, araştırmamız için temel olarak kullanmak üzere hangi makalelerin ilgili olduğuna karar vermemizi sağlayacak bir tür Dahil Etme kriteri ve Dışlama kriteri kullanmak önemlidir.

8 K.R. Rajani ve diğerleri.

2.2 Temel Bulgular:

Şekil 2'de sunulan ilgili altı ana temadan yola çıkarak, her bir makalede önerilen sistemleri açıklıyor ve sistemimiz için bir temel oluşturmamıza yardımcı olan özelliklerini tartışıyoruz.



Şekil 2. Literatür Taraması - Altı İlgili Tema.

Eşi görülmemiş nüfus artışı ve kentleşme nedeniyle, artan atık üretimi gelişmekte olan ülkelerde önemli bir zorluk haline gelmiştir ve bu da atık malzemenin yönetiminin bir zorluk haline gelmesine neden olmuştur. Mevcut IoT tabanlı akıllı çöp kutusu izleme ve yönetim sistemlerinden birinde belediye için önerilmiştir. Bu sistem, atık malzemelerin yönetimi ile ilgili sorunların çözülmesine yardımcı olmaktadır. Bu sistem, yangını tespit ederken atıkların etkin bir şekilde yönetilmesini ve toplanmasını sağlayabilmektedir.

ve gelecekteki atık üretiminin tahmin edilmesi. Çöp kutuları elektrikli ve IoT tabanlı cihaz kontrol ve izleme işlemlerini gerçekleştirir. Bu cihazlar, mevcut konum hakkında bilgi verirken kutuların doluluk seviyesi hakkında bilgi iletmek için merkezi hub ile kablosuz olarak bağlantılıdır [13].

Günümüzde şehirlerin büyük bir hızla büyümesi, atık toplama işleminin de yorucu olmasına neden olmaktadır. En büyük zorluklardan biri, genel mallardan metale kadar çeşitli çöplerin miktarıdır. Planların çoğu, atıklar oluşturulduktan sonra bunlarla başa çıkabilmekte ancak etkin bir şekilde yönetilememektedir. Önerilen bir başka sistem ise Akıllı Çöp Kutusu ile ilişkili bir mobil uygulama kullanmaktadır. Temel amaç, akıllı şehir vizyonunun geliştirilmesi için gereken çabaları ve ilgili personeli azaltmaktır. Bu da çöp kutularının düzenli aralıklarla ezilmesine yol açmaktadır. Akıllı çöp kutuları geniş bir alanda uygulanarak atıklar verimli bir şekilde yönetilebilir.

ölçeği. Çöp kutularının doldurulması, kirli çevreyi teşvik eden bir sıkıntı yaratabilir ve hatta korkunç hastalıklara yol açabilir [14].

Akıllı çöp kutusu, bir akıllı şehir projesinde atıkları yönetmek için kullanılmaktadır. Sistem, atıkların ağırlığını ve çöp kutusunun içindeki atıkların doluluk seviyesini ölçmek için sensörlerden oluşur. Sistem, atık yönetiminden toplanan bilgileri yönetmek için ağ ortamına uyum sağlamaktadır. Başka bir makalede, birçok türde geleneksel atık toplama önerisi için uygun bir akıllı atık kutusu prototipi önerilmiştir [15].

Nüfus hızla arttıkça, atıklarla ilgili sanitasyon sorunları ortaya çıkmaktadır. Bu durum, bulaşıcı hastalıkların yayılmasına neden olarak vatandaşlar için hijyenik olmayan koşullara yol açmaktadır. Sonuç olarak, IoT tabanlı "Akıllı Atık Yönetimi" en iyi çözümü yönetmek için kullanılmaktadır. Bir başka makalede, geleneksel çöp kutularının konumlarının ve çöp kutularındaki çöp doluluk seviyesinin izlenmesini sağlayacak cihazlarla donatılması için önerilen bir sistem kullanılmaktadır. Çöp kutularından toplanan veriler, yakıtla ilişkili maliyeti azaltacak olan çöp toplama kamyonları için optimize edilmiş rota için çöp seviyelerini yönetmek için kullanılır. Yük sensörleri çöp seviyesinin yönetimi ile ilgili verilerin verimliliğini arttırmak için kullanılırken, nem sensörleri de bir çöp kutusundaki atık ayrıştırma verilerini sağlamak için kullanılacaktır. Toplanan verilerin analizi, hükümetin planlarını geliştirmesine yardımcı olacaktır. Sistem ayrıca akıllı atık yönetimi için raporlar oluşturulmasına da yardımcı olmaktadır [16].

Akıllı çöp kutusu sistemi, çöp kutusunun doluluk oranını belirlemek için kullanılır. Kablosuz bir ağ üzerinden veri toplamak ve iletmek için tasarlanmıştır. Görev döngüsü tekniğinin kullanılmasına yardımcı olur. Bu, güç tüketimini azaltır ve çalışma süresini en üst düzeye çıkarır. Önerilen sistem bir dış ortamda test edilmiştir. Veriler toplanmış ve anlamlandırma yöntemlerine uygulanmıştır. Bu, çöp kutusu kullanımı ve günlük mevsimsellik verilerinin elde edilmesine yardımcı olur. Bu, çöp kutusu sağlayıcılarına ve yüklenicilerine veriye dayalı karar verme bilgileri sağlayarak üretkenlikte bir artış sağlar [17].

Akıllı şehirler, Nesnelerin İnterneti (IoT) kullanılarak daha yeşil, daha güvenli ve daha verimlidir. Yaşam kalitesi, bir şehrin her yerindeki cihazların, araçların ve altyapının birbirine bağlanmasıyla elde edilir. Çeşitli paydaşlar sistem entegrasyonu sağlamak için birlikte çalışmakta, hükümetlerle birlikte çalışmakta ve bu tür çözümler açık, standartlara dayalı bir iletişim platformu üzerine inşa edilmektedir. Son t e k n o l o j i sistemlerden birinde, BT prototip sensörleri kullanılarak bir atık toplama çözümü sunulmuştur. Bu sistem büyük hacimli verileri okuyabilmekte, toplayabilmekte ve internet üzerinden iletebilmektedir. Bu veriler akıllı algoritmalar tarafından işlenmekte ve atık toplamayı dinamik olarak yönetmek için kullanılmaktadır. Böyle bir sistemin geleneksel bir sisteme göre faydalarını araştırmak için simülasyonlar gerçekleştirilmiştir. Hindistan'ın Pune kentinden elde edilen Açık Veri, Akıllı atık çözümleri için yenilik yapma fırsatı olarak kullanılmaktadır [18].

Akıllı Atık Yönetimi sisteminin benzersiz değer önerisi, atık taşmasını ortadan kaldırarak sağlıklı bir ortam sağlaması, daha az alanda daha fazla atık sıkıştırması, doluluk seviyesi ve sıcaklık belirli bir eşiğe ulaştığında paydaşlara bildirim göndermesi, IoT sensörleri sağlıklarını kendi kendine kontrol ettiği ve yönettiği için bakım gerektirmemesidir.

10 K.R. Rajani ve diğerleri.

SOS. Önerilen ürünümüzü Şekil 3'te gösterildiği gibi diğer üç son teknoloji Akıllı Atık Yönetim sistemi ile karşılaştırdık. Bu üç sistem, sensörler kullanarak izlemenin yanı sıra çöp kutuları için bir tür varlık yönetimi ve envantere odaklanan temel özelliklere sahiptir. Ayrıca, bu sistemlerden bazıları yazılım uygulamaları kullanılarak yönetilmektedir. Ayrıca, sistemler daha çok donanıma bağlıdır, güneş enerjisi, analitik platform ve bazı durumlarda filo yönetimi ile çalışır.

Our Product	Sensoneo	Bin-E	EcubeLabs
 • Route optimization • Fleet tracking and management system • Smart scheduling • Solar-powered bins • Compaction scissor • Fill-level sensors • Analytics dashboard • Real-time notifications • Wireless Hotspot	 • Asset Management for trash bins • Waste monitoring with Smart Sensors https://sensoneo.com/	 • Efficient Waste Management In A Building • Easy Management With The App https://www.bine.world/	 • Solar-powered waste compacting bins • IoT fill-level sensors • Waste analytics platform • Fleet management solution https://www.ecubelabs.com/

Şekil 3. Mevcut Pazar Manzarası.

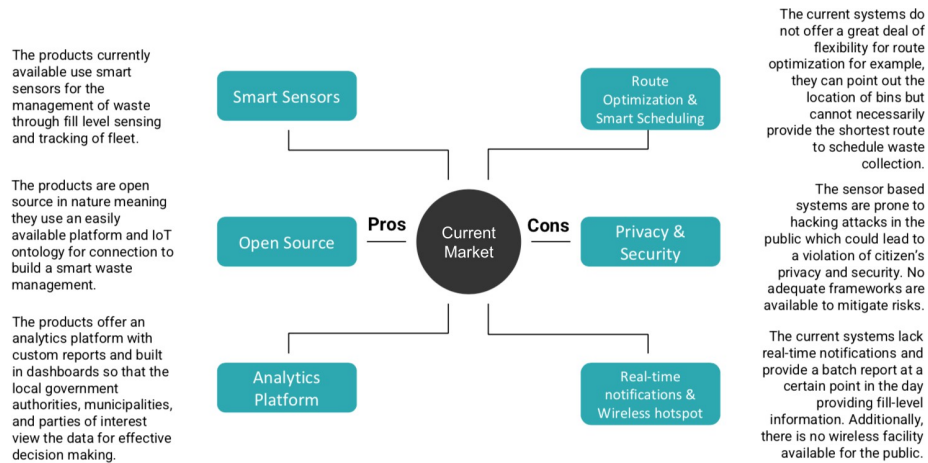
Şekil 4'teki çerçevelerin her biri, önerdiğimiz sistemin temel özelliklerini diğer son teknoloji sistemlere karşı göstermektedir. Kapsamlı özellik listesini göstermek için özellikleri temel olarak kullanıyoruz. Sistemlerin her biri bu performans değerlendirme kriterlerine göre değerlendirilmektedir. Ürünümüzün doluluk seviyesi sensörü, güneş enerjisi, atıkların çekilmemesi için manyetik direnç, atıkları ayırmanın bir yolu, atıkları sıkıştırma, filo yönetiminin etkili bir şekilde yönlendirilebilmesi için GPS tabanlı konum paylaşımı sunma, gerçek zamanlı bildirimler sağlama, kablosuz erişim noktası sunma ve raporlama ve gösterge paneli sunma gibi tüm temel özelliklere sahip olduğunu gösteriyoruz. Bununla birlikte, tartışmamızın konusu bir soyutlama seviyesinin oluşturulması olduğundan, bu özellikleri sağlamak için bir satıcıya veya diğerine güvenmemize gerek yoktur. Sistemimizin belirli bir donanım mimarisine bağlı olmadan neden sürdürülebilirlikle çalışabileceğine dair ampirik bir kanıt sunuyoruz. Akıllı şehir içindeki akıllı sensörler, açık veri kaynakları, bilginin çıkarılması için analitik platformun kullanılması ve bunların eyleme geçirilebilir içgörülere dönüştürülmesi, rota optimizasyonu ve atık toplamanın akıllı programlanması, departmanlar arası veri paylaşımı ile birlikte çevreden toplanan verilerin gizliliği ve güvenliği ve sıcak nokta sağlanması ile birlikte gerçek zamanlı bildirimler ışığında mevcut pazarın artılarını ve eksilerini inceliyoruz.

Şekil 5'te gösterildiği gibi mevcut pazar rakiplerinin artıları, temel olarak veri toplamak için akıllı sensör kullanırken açık kaynak sunmalarında yatmaktadır.

Features	Our Product	Sensoneo	Bin-E	EcubeLabs
1. Fill level sensor	✓	✓	✓	✓
2. Solar-powered bin	✓	✗	✓	✓
3. Magnetic resistance	✓	✓	✗	✗
4. Asset Management	✓	✓	✓	✗
5. Sorting of Waste	✓	✗	✓	✓
6. Compression of Waste	✓	✗	✓	✓
7. GPS based Location Sharing	✓	✓	✓	✓
8. Route Optimization	✓	✓	✓	✓
9. Real-time Notifications	✓	✗	✗	✗
10. Reporting & Dashboard	✓	✓	✗	✓
11. Wireless Hotspot	✓	✗	✗	✓

Şekil 4. Karşılaştırmalı Analiz. Karşılaştırmalı Analiz.

veri paylaşımı ve öğrenme amaçları için veri. Son olarak, analitik platform, altta yatan modellerin çıkarılması, sistemin bu bilgi üzerinde eğitilmesi ve böylece öğrenen modellerin gelecek için güncellenmesi için kullanılır. Eksiler temel olarak, çöp kutularından elde edilen sınırlı bilgi nedeniyle rota optimizasyonunun eksik olduğu donanım alanındayken, benzer şekilde atık toplama planlaması, bu bilgileri coğrafi koordinatlar üzerinde zamanında raporlayan ve üst üste bindiren verimli algoritmalar gerektirir. Vatandaş güvenliğinin hiçbir unsurunun tehlikeye atılmamasını sağlamak için gizlilik ve güvenlik korumalı veri toplama yöntemlerinin kullanılması çok önemlidir. Son olarak, bir olay gerçekleştiğinde tetiklenen gerçek bildirimler, mevcut sistemlerde eksik olan bir diğer önemli özelliktir.



Şekil 5. Mevcut ürünlerin Artıları ve Eksileri.

12 K.R. Rajani ve diğerleri.

3 Önerilen Platform Agnostik Çerçeve

Akıllı Atık Yönetimi Çerçevesine ilişkin araştırma, aşağıdaki şekilde kategorize edilecek şekilde tasarlanmıştır:

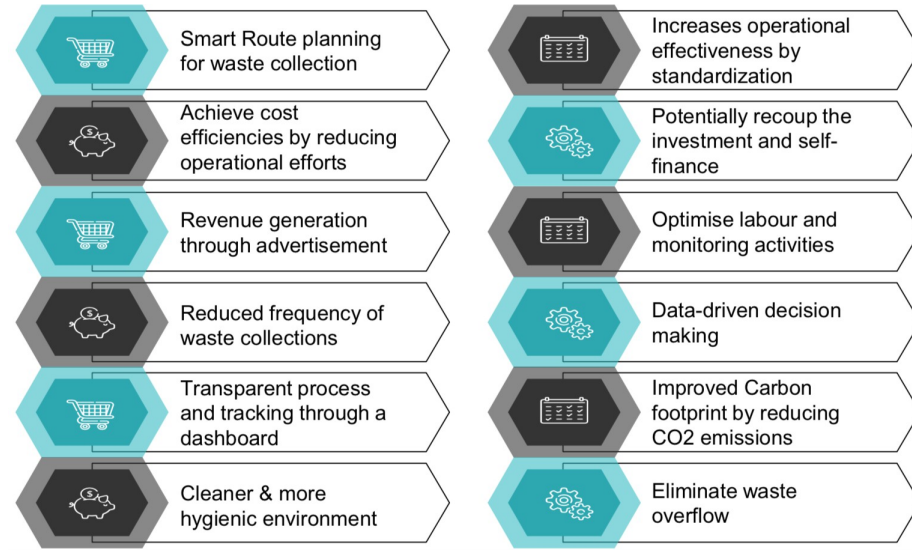
- Yaklaşım: Literatür taraması, konu bilgisine ilişkin araştırmanın temel işlevsel alanlarını kısa listeye almak ve teknoloji yığını ile çerçevenin Akıllı Atık Yönetimine getirdiği işlevsel değer arasındaki ilişkiyi geliştirmek için kullanılmıştır.
- Yöntem: Araştırma, dolum seviyesi sensörleri kullanarak bir sensör ağı oluşturmak için dijital bir laboratuvar kullanmış ve gerçek senaryolardan veri toplamış ve ayrıca verileri simüle etmiştir. Ayrıca, literatür taraması son teknoloji makaleler ve tanınmış veri tabanları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ek olarak, platformdan bağımsız bir çerçeveyi denemek ve geliştirmek için donanım ve yazılımın uygulamalı kullanımının yanı sıra çeşitli araçların masaüstü değerlendirmesi de yapılmıştır.
- Gereksinimler: Tanınmış dergi veritabanlarına erişim gerekecektir, ayrıca farklı işletim sistemi yüklü cep telefonları, tabletler, dizüstü bilgisayarlar ve masaüstü bilgisayarlar gibi çeşitli test platformlarına erişim gerekecektir. Ayrıca, şirket içi ve bulut altyapısına erişim gerekecektir.

Ayrıca sistemimiz, donanımın sadece verilerin alınabildiği ve yeniden bakım işlemlerinin yazılım katmanında gerçekleştirildiği yumuşak düğümler haline gelmesini sağlayan bir yumuşak uç teknolojisi sunmaktadır. Benzer şekilde, mimarimizi orta donanımdan bağımsız hale getirerek sistemin tüm donanım özelliklerini de sunmasını sağlıyoruz. Örneğin, akıllı rota planlaması sunuyor, atık toplama sıklıklarını azaltarak operasyonel verimliliğin sağlanmasına ve maliyetlerin düşürülmesine yardımcı oluyor, takip ve gösterge paneli olanaklarıyla şeffaf bir süreç sunuyoruz. Ayrıca, uyarıları ve bildirimleri zamanında sağlayarak paydaşlarımızın veri odaklı kararlar almasına olanak tanıyoruz. Böyle bir uygulama karbon emisyonunun azaltılmasına ve temiz bir çevrenin korunmasına yardımcı olur.

Burada, ürünümüzün sistemle ilgili iki temel hususa, yani donanım ve yazılıma odaklanan bazı temel avantajlarını vurguluyoruz. Çerçevemiz tarafından sunulan soyutlama seviyesi, sistemimizin tüm donanım işlevlerini kullanmasına, ancak belirli bir donanım türüne bağlı kalmadan izin vermeye odaklanmaktadır. Benzer şekilde, çerçevemiz birden fazla sonuç sunar, yani platformdan bağımsızdır, yani herhangi bir donanım sistemimizle çalışabilir ve aynı sonuçları verebilir.

3.1 Donanım - Dış - Kutunun üstü

Akıllı çöp bidonunun dış kısmı yüksek kaliteli paslanmaz çelik galvaniz gövde kullanılarak üretilmiş, toz boya ile kodlanmış ve teflon ile boyanmıştır. Akıllı çöp kutusunun üst kısmına poli karbonat kalkanlı bir güneş paneli yerleştirilmiştir.



Şekil 6. Önerilen platformdan bağımsız akıllı atık yönetimi çerçevesi.

3.2 Donanım - İç kısım - Kutunun üst kısmı

- Vatandaş çöpü çöp kutusuna atmaya çalışırken kepenk kilit mekanizmalı makaslı sıkıştırıcı (8X).
- LED renkleri ile en az %25, %50, %75 ve %100 doluluk seviyesi sensörü çöp kutusunun doluluk seviyesinin çöp kutusunun gövdesine gönderilmesi.
- Deponun sıcaklığını yakalamak için Termometre / Sıcaklık sensörü. Kutunun izin verilen maksimum sıcaklığı 80 C ve -30 C'dir.
- Çöp kutusunu üstten açmak için röle ile çalışan elektrikli kilit - iki kilit çalışır; biri sıkıştırma sırasında çöp kutusunu kilitler ve atık aracı personelinin sistemi açması için farklı komutla ayısını kullanır - çöp kutusunun kilitli olup olmadığını gösterir.
- Hırsızlığa karşı koruma ile en az 24 saat pil desteği.
- Kablosuz bağlantı, GSM/ GPRS desteği.

3.3 Donanım - Kutunun ön kısmı

- Çöp kutusunun, vatandaşların çöplerini içine atabilmeleri için açıklıkları olmalıdır.
- Ön taraflarda LCD Reklam ekranı.
- Yangın çöp kutusunun içinde yakalanmışsa buzzer çalmalı ve çöp kutusunun içinde yangın söndürücü su açılmalıdır.

3.4 Donanım - Kutunun yan tarafları

- Hem sağ hem de sol tarafta LCD Reklam ekranı.
- Çöp kutusunun her iki yanında çelik tabanlı küllük.
- Kokuyu çöp kutusunun dışına püskürtün.

14 K.R. Rajani ve diğerleri.

3.5 Donanım - Kutunun arkası -

AC Güç fişi - Hibrit.

3.6 Donanım - Kutunun alt kısmı

– Çöp kutusunun içindeki atıkta bulunan suyu tahliye etmek için bir tepsi.

3.7 Yazılım - Yönetici Paneli

- Belirli bir çöp kutusunun konumu, sıcaklığı, doluluk seviyesi, pil durumu ve yangın söndürücü gibi ayrıntılarıyla birlikte bir harita üzerinde çöp kutularının merkezi gösterge tablosu.
- Komuta merkezinden atık toplama aracına SMS veya uygulama içi bildirim gönderin.
- Çöp kutusunun konumunu harita üzerinde gösterin - haritayı çöp kutuları ile kaplayın.
- Çöp kutusunun kilitli olup olmadığını gösterin - çöp kutusu kilitli değilse atık aracı sürücüsüne bildirim gönderin.
- Kontrol panelinde çöp kutusunun doluluk seviyesi durumunu gösterin ve atık aracı sürücüsünü uygulamalarında bilgilendirin - konumla birlikte en yakın atık toplama uygulaması sürücüsüne bildirim gönderin.
- Çöp kutusunun içindeki sıcaklığı gösterin - çöp kutusunun sıcaklığı 3 dakikadan uzun süredir yüksekse ve yangın söndürücü bile üç dakika içinde yangını söndürmediyse, en yakın atık aracı sürücüsüne bildirim gönderin.
- Bölmedeki yangın söndürücü durumunu gösterin ve yüzde düşükse bildirin.
- Şarj edilen pil yüzdesini ve şarj durumunu (pilin şarj olup olmadığını) gösterir.
- Gösterge tablosunda ayrıca çöp kutusunun en son ne zaman boşaltıldığı, kimin boşalttığı ve bir çöp kutusunun ay/yıl içinde kaç kez boşaltıldığı, toplama verimliliği, yani geçen yılki ziyaret sayısı ile bu yılki ziyaret sayısı vb. gösterilir.
- Tarih aralıkları ve arama işlevselliği ile raporları gösterin.

3.8 Atık Toplama Aracı Uygulaması

- Aşağıdaki durumlarda yönetici panelinden bildirimler alın.
 - Doluluk seviyesi bilgileri, coğrafi konumları ve fiziksel adresleri, sıcaklıkları, yangın söndürücüleri ve meyil durumları ile yakınlardaki bidonları içeren harita.
 - Haznenin doluluk seviyesi %75 ve üzerinde olduğunda.
 - Çöp kutusunun sıcaklığı 80° C'nin üzerinde ve -30° C'nin altında olduğunda.
 - Yangın söndürücünün söndürücü gazı azaldığında.
 - Bidonun aküsü %50'nin altına düştüğünde.
- SMS ve telefon aracılığıyla yönetici paneli komuta merkezi ile iletişim kurun.
- Görüntüyü yakalayın ve yönetici paneli deposunda yayınlayın.
- Tahsilat verimliliğine ilişkin bir anket doldurun.

4 Veri toplama

Artefakt Geliştirme yaklaşımı için, Avustralya'daki akıllı şehirlerden birinden ve iki Google veri setinden olmak üzere üç tür veri seti kullandık. Bu veri kümelerini aşağıda açıklıyoruz. Gerçek veri kümelerine ek olarak, çerçevemizin performansını değerlendirmek için sentetik veri kümeleri de kullandık. Verilerin toplanmasında izlenecek süreç aşağıda açıklanmıştır:

- Birincil veriler, araştırma dergilerinde ve sektör kaynakları ve yayınlarında bulunan vaka çalışmalarının masaüstü değerlendirmesinden toplanacaktır.
- İkincil veri kaynağı, aşağıdaki kişilerle yapılan görüşmeler ve istişarelerdir sektördeki en iyi uygulamalar. Sorgulama hattı, birincil veri kaynağından toplanan gerçekler kullanılarak harmanlanacak ve web'de bulunan Akıllı Şehir en iyi uygulamalarından doğrulama gerektirecektir.
- Üçüncü veri kaynağı ise mevcut veriler kullanılarak yapılan deneylerdir. Tahmine Dayalı Analitik tekniklerini ve Makine Öğrenimi algoritmalarını kullanan araçlar ve çerçeve. Bu araçlar internet üzerinden veya üzerinde çalışılan Akıllı Şehirlerden temin edilebilecektir.

4.1 Veri Ön İşleme ve Veri Temizleme

Sürecin veri ön işleme ve veri temizleme aşamasında. Yukarıdaki süreçte toplanan verilerin analizinde izlenecek süreç aşağıda yer almaktadır:

- Görüşmelerden, anketlerden ve Fog ve Edge teknolojisi kullanılarak yapılan deneylerden toplanan verilerin analizi, Veri Madenciliği algoritmaları ve eyleme geçirilebilir içgörüler elde etmek için Tahmine Dayalı Analitik teknikleri ve sistemleri eğitmek ve denetlemek için Makine Öğrenimi aracılığıyla yorumlanacak ve tüm bulgular tekrar eden temaların tanımlanmasına yardımcı olacak şekilde kodlanacaktır. Bu temalar büyük veri araçları kullanılarak analiz edilebilecek ve bir veri örüntüsü ortaya çıkarılabilecektir.
- Toplanan verilerden oluşturulan veri deseni daha sonra eşleştirmeye izin verecektir Teorik çerçeve ile deneysel sonuçlar arasındaki boşluk. Akıllı bir şehirde hibrit çoklu bulut mimarisini kullanan Akıllı Atık Yönetimi Çerçevesinin gerçek dünyadaki iş zorluklarına uygunluğunu değerlendirmek için bu boşluğu haritalamak önemlidir.
- Son olarak, toplanan veriler, örüntü çıkarma ve Verilerdeki çeşitli varlıklar arasındaki nedensel ilişkiler, Akıllı Atık Yönetimi için parametreler arasında tanımlanmış ve daha sonra Akıllı Atık Yönetimi çerçevesi için platformdan bağımsız bir mimarinin temellerini doğrulamak için kullanılacak çalışmalarda oluşturulmuştur.

4.2 Veri Örnekleme

Veri örneklemesinde, veri kümesindeki veriler test için %30'a bölünmüştür, yani verilerin %70'i eğitim amaçları için ayrılacak ve %30'u

16 K.R. Rajani ve diğerleri.

test amaçları için ayrılmıştır. Kesin olmak gerekirse, verilerin %70'i eğitim ve %30'u test amaçları için ayrılmıştır. Çerçeve değerlendirme ve doğrulama, denetimli makine öğreniminin önemli parçalarıdır. Bir modelin tahmin performansını değerlendirirken, yöntemin tarafsız olması kritik önem taşır. Günün kullanıcısı, değerlendirme ve doğrulama sürecinde yanlışlık olasılığını azaltmak için veri bilimi araç seti scikit-learn'den train test split() kullanarak bir veri kümesini alt kümelerle ayırabilir. Tahmin doğruluğunu hesaplamadan önce veri kümesi iki veya daha fazla alt kümeye bölünmelidir.

Genel bir kural olarak, veri setinizi üç eşit alt gruba bölmek genellikle yeterlidir. Modelin verilen verilere eğitilmesi, eğitim setinin bu verilere uygulanmasıyla yapılır. Modelin tarafsız bir şekilde değerlendirilmesi, doğrulama seti kullanılarak hiperparametre ayarlaması sırasında gerçekleştirilir. İncelenen her hiperparametre ayarı için model kurulumunu elde etmek için, önce eğitim seti kullanılarak model eğitilir ve ardından doğrulama seti üzerinde bir değerlendirme yapılır. Nihai çerçeveyi test etmek için tamamen tarafsız bir model geliştirmek amacıyla, gerekli olan bir test seti kullanmayı amaçlıyoruz.

4.3 Performans Değerlendirmesi

Akıllı atık yönetim sisteminin tahmine dayalı öngörüsünün raporlanmasına yönelik çerçevemizi değerlendirmek için bir dizi performans değerlendirme kriteri kullanıyoruz.

Atık dolum seviyesi tahmin performansı ölçütleri, atık dolum seviyesi tahmincisinin performansına odaklanmaktadır. Bunu, sınıflandırıcı üzerindeki etkilerine göre dört önemli alana ayırıyoruz: (i) Yanlış pozitif oranı (Tip-I hata), (ii) Yanlış negatif oranı (Tip-II hata), (iii) Tahmini gecikme ve (iv) Tahmini doğruluk.

1. Bir tahminci çerçevesinin yanlış pozitif oranı, gerçekte altta yatan verilerde herhangi bir doluluk seviyesi oluşmadığı halde doluluk seviyesinin tespit edildiğine dair yanlış bir alarm verir. Yüksek bir yanlış pozitif oranı, uygulanan model uyarılma stratejisine bağlı olarak sınıflandırma doğruluğunu etkileyebilir; örneğin, yanlış pozitif bir karar ağacının gereksiz yere kendini sıfırlamasına neden olarak sınıflandırma doğruluğunda bir azalmaya yol açabilir. Benzer şekilde, gürültü ve aykırı değerler de uygun şekilde kontrol edilmezse sınıflandırmayı olumsuz etkileyebilir.
2. Bir doluluk-boşluk detektörünün yanlış negatif oranı, gerçekte bir doluluk-boşluk varken yanlışlıkla bir doluluk-boşluğu kaçırır. Yanlış negatifin varlığı nedeniyle, doluluk seviyesi tahmincisi doluluk seviyesini belirleme fırsatını kaçırır ve sonuç olarak sınıflandırıcıyı altta yatan dağılımdaki değişiklik konusunda uyarır. Yanlış negatifin etkisi, sınıflandırıcının daha önce eğitildiği modeli kullanmaya devam etmesidir.
3. Tahmini gecikme, tespit edilen değişikliğin bir tahminini temsil eder ve genellikle zaman damgaları veya veri kayıtlarının sayısı cinsinden gösterilir

temel dağılımda değişiklik meydana geldikten sonra bir doluluk seviyesini tahmin etmek için gereklidir.

4. Tahmini doğruluk, çerçevemizin dolum seviyesini ne kadar etkili bir şekilde tahmin ettiğine bağlı olarak doğruluğunu temsil eder. Yanlış pozitifler, yanlış negatifler, doğru pozitifler ve doğru negatiflerin oranını analiz eden karışıklık matrisine karşı performansını kıyaslar. Bu aynı zamanda çerçevemizin herhangi bir tahmine dayalı analitik tekniğiyle birleştirildiğinde doluluk seviyesini ne kadar iyi tahmin edebildiğini ölçmeye yardımcı olur.

Aşağıdaki denklemler, yukarıda tartışılan parametrelerin çerçevemizin performansını ölçmeye nasıl yardımcı olduğunu göstermektedir. Algoritmalarımızın performansını kıyaslamak için bu parametreleri analiz etmeyi amaçlıyoruz.

Parametre # 1: Geri Çağırma olarak da bilinen duyarlılık şu şekilde ifade edilebilir:

$$\text{Hassasiyet } (\beta) = \frac{TP \text{ Sayısı}}{TP \text{ sayısı} + FN \text{ sayısı}} \quad (1)$$

Parametre # 2: Özgüllük şu şekilde ifade edilebilir:

$$\text{Özgüllük } (\chi) = \frac{TN \text{ Sayısı}}{TN \text{ sayısı} + FP \text{ sayısı}} \quad (2)$$

Parametre # 3: Kesinlik olarak da bilinen Pozitif Tahmin Değeri, şu şekilde örneklenebilir:

$$PPV (\rho) = \frac{TP \text{ Sayısı}}{TP \text{ sayısı} + FP \text{ sayısı}} \quad (3)$$

Parametre # 4: Negatif Tahmin Değeri olarak tanımlanabilir:

$$NPV (\nu) = \frac{TN \text{ Sayısı}}{TN \text{ sayısı} + FN \text{ sayısı}} \quad (4)$$

Parametre # 5: Yanlış Pozitiflerin Oranı olarak tanımlanabilir:

$$FPRate(\theta) = 1 - \chi \quad (5)$$

Parametre # 6: Yanlış Negatiflerin Oranı olarak tanımlanabilir:

$$FNRate(\pi) = 1 - \beta \quad (6)$$

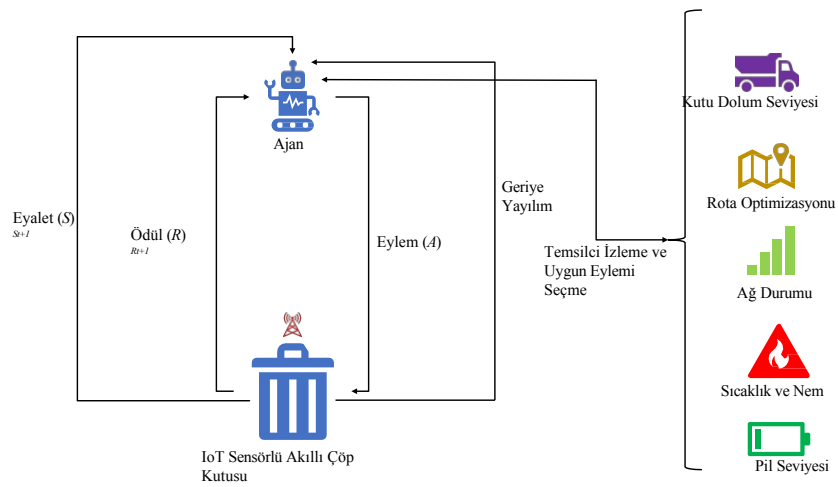
Parametre # 7: Doğruluk şu şekilde tanımlanabilir:

$$\text{Doğruluk} = \frac{TP \text{ sayısı} + TN \text{ sayısı}}{TP \text{ sayısı} + TN \text{ sayısı} + FP \text{ sayısı} + FN \text{ sayısı}} \quad (7)$$

Burada, TP = Gerçek Pozitif, FP = Yanlış Pozitif, TN = Gerçek Negatif, FN = Yanlış Negatif.

5 Çok Ajanlı Derin Takviyeli Öğrenme

Şekil 7, IoT sensörlerini kullanarak akıllı atık yönetimi gerçekleştirmek için önerilen sistem çerçevesini göstermektedir. Burada sunulan çerçeve, her bir çöp kutusundaki çalışma yapısına genel bir bakış sağlamaktadır. Önerilen sistem çerçevesindeki her bir ajan, durumunu aktif olarak izlemek için her bir çöp kutusuna atanacaktır. Bir çöp kutusu ile ilişkilendirilen her bir ajan, kendi ödül fonksiyonunu optimize etmek için uygun eylemleri gerçekleştirerek kendi politikasını öğrenmeye çalışacaktır. Her t zaman adımında, ajan S çevre durumunu gözlemler, bir A eylemine karar verir, bir ödül $R_{(t) (+1)}$ alır ve kendisini yeni bir $S_{(t) (+1)}$ durumunda bulur. Temsilci, çevre hakkında bilgi edinir



Şekil 7. IoT sensör özellikli çok etmenli derin takviye öğrenme yoluyla akıllı atık yönetimi için önerilen genel sistem çerçevesi.

Her bir çöp kutusuna bağlı akıllı IoT sensörleri aracılığıyla çöp kutusunun durumu S . Aktif olarak izlemek ve uygun A eylemini gerçekleştirmek üzere bilgileri kullanmak için S durumu gerçek zamanlı çöp kutusu dolum seviyesi, sıcaklık, nem, pil ve ağ durumunu içerir. Çöp kutusu durumuna bağlı olarak, bu bilgiler modeli eğitmek ve sistemi uygun A eylemini gerçekleştirmesi için tetiklemek için kullanılacaktır. Sistem çöp kutusu dolum seviyelerini izleyecek ve çöp toplama için optimize edilmiş bir rota planlaması yapmak üzere çöp kutusu dolum modellerini öğrenecektir. Çöp kutusu dolumunun örüntü analizi, sıkıştırma düğmesinin tetiklenme olasılığını azaltacak ve çöp kutusunun aşırı dolmasını önleyecektir.

Sistem çerçevesinde, her bir epokta (iterasyon/eğitim bölümü) kayıp fonksiyonuna (gerçek ve tahmin edilen değer arasındaki fark) dayalı olarak sinir ağının ağırlıklarının ince ayarını yapmak için geriye doğru yayılım kullanılır. Ağ ağırlıklarının ayarlanması hata oranlarını azaltır ve model güvenilirliğini artırır. Ayarlama şu şekildedir

sinir ağındaki her düğümde kayıp hesaplanarak gerçekleştirilir. Ödül fonksiyonundaki ceza, kayıp fonksiyonuna göre daha düşük bir ağırlık değeri verilerek uygulanacaktır. İnce ayar optimizasyonu, modelin önemini artırmaya ve bir sonraki dönemde daha küçük kayıplar elde etmeye yardımcı olur.

6 Sonuç ve Gelecek Çalışmalar

Büyüyen metropol şehirlerde atık yönetimi uzun vadeli bir endişe kaynağı olmuştur. Zaman geçtikçe şehirlerin kentleşmeye doğru ilerlemesi, nüfusun ve endüstriyel ürünlerin tüketiminin artmasıyla birlikte atık yönetimi büyük önem taşıyan bir endişe kaynağı haline gelmiştir. Bu sorunu çözmek için akıllı bir atık yönetim sisteminin geliştirilmesi, şehirlerin atıklarını hem verimli hem de etkili bir şekilde yönetmelerine yardımcı olacaktır. Bu sistemler bir donanım ve bir yazılım bileşeni içerir ve bu bileşenler genellikle o kadar iç içe geçmiştir ki birinin diğeri olmadan çalışması zorlaşır. Araştırmamız aracılığıyla, akıllı şehirlerde atık yönetimi için platformdan bağımsız bir çerçeve öneriyoruz. Platformumuz çeşitli soyutlama katmanları kullanmakta ve temel mimariye bir hizmet olarak erişim sağlamaktadır. Veri toplamak için IoT cihazlarını kullanıyoruz ve daha sonra bu verileri, bildirimler, rapor oluşturma ve tahmine dayalı analitik dahil olmak üzere en iyi kullanım için verileri üç bileşene ayıran veri yönetimi hattımıza alıyoruz. Ampirik değerlendirme yoluyla, yüksek geri çağırma ve hassasiyet ile yüksek tahmin doğruluğu ve düşük tahmin gecikmesine sahip olduğumuzu vurgulayan ön sonuçlarımızı elde ettik. Bu sonuçlar bizi daha fazla çalışma yapmaya ve bu araştırmayı bir dizi API (Uygulama Programı Arayüzü) ve gizlilik korumalı akıllı şehirlerde veri paylaşımını kolaylaştırmak için açık veri çerçevesi uygulamak üzere genişletmeye motive ediyor. Bu araştırmanın gelecekteki çalışmaları, temel olarak bir dizi API'nin oluşturulduğu ve diğer akıllı şehir hizmetlerinin kullanması için kullanıma sunulduğu hizmet tabanlı bir mimarinin geliştirilmesine odaklanmaktadır. Ayrıca, akıllı şehir portföyü uygulamaları içerisinde açık veri paylaşımı ve yönetişimi için gizlilik ve güvenlik korumalı veri paylaşım standartları sağlamayı amaçlıyoruz.

Referanslar

1. Naureen Naqvi, Sabih Ur Rehman ve Md Zahidul Islam. Hiper Bağlantılı Akıllı Şehir Çerçevesi: Geliştirilmiş Pedagojik Tekniklerin Kullanıldığı Dijital Kaynaklar. *Australasian Journal of Information Systems*, 24, 2020.
2. Kusuma Adi Achmad, Lukito Edi Nugroho, Achmad Djunaedi, vd. Kalkınma için akıllı şehir: Kavramsal bir çerçeveye doğru. In *2018 4th International Conference on Science and Technology (ICST)*, pages 1-6. IEEE, 2018.
3. Min Wu Md Nazirul Islam Sarker ve Md Altab Hossin. Büyük veri aracılığıyla akıllı yönetişim: Kamu kurumlarının dijital dönüşümü. In *2018 International Conference on Artificial Intelligence and Big Data (ICAIBD)*. IEEE, Mayıs 2018.
4. Kan Yang Xiaohui Liang Ju Ren Kuan Zhang, Jianbing Ni ve Xuemin Sherman Shen. Akıllı şehir uygulamalarında güvenlik ve gizlilik: Zorluklar ve çözümler. *IEEE Communications Magazine*, 55:122 - 129, Ocak 2017.

20 K.R. Rajani ve diğerleri.

5. Kevin Eykholt Earlence Fernandes, Amir Rahmati ve Atul Prakash. Nesnelerin interneti güvenlik araştırması: Eski fikirlerin tekrarlanması mı yoksa yeni entelektüel zorluklar mı? *IEEE Security Privacy*, 15:79 - 84, Ağustos 2017.
6. J Felicia Lilian S Appavu Alias Balamurugan ve S Sasikala. Hindistan'ın geleceği akıllı bir şehir inşa etmede sürünüyor: Akıllı trafik analiz platformu. *2018 İkinci Uluslararası Buluşsal İletişim ve Hesaplama Teknolojileri Konferansı'nda (ICICCT)*. IEEE, Nisan 2018.
7. Zeeshan Pervez Zaheer Khan ve Abdul Ghafoor. Bulut tabanlı akıllı şehirlere doğru veri güvenliği ve gizlilik yönetimi. In *2014 IEEE/ACM 7. Uluslararası Yardımcı Program ve Bulut Bilişim Konferansı*. IEEE, Aralık 2014.
8. Reza Farahbakhsh Giyyarpuram Madhusudan Gyu Myoung Lee Quyet H. Cao, Imran Khan ve Noel Crespi. Akıllı şehirlerde veri paylaşımı için bir güven modeli. *2016 IEEE Uluslararası İletişim Konferansı'nda (ICC)*. IEEE, Mayıs 2016.
9. Preeti Yadav ve Sandeep Vishwakarma. Akıllı bir şehre doğru nesnelerin interneti ve büyük veri uygulaması. *2018 yılında 3. Uluslararası Nesnelerin İnterneti Konferansı: Akıllı İnovasyon ve Kullanımlar (IoT-SIU)*. IEEE, Şubat 2018.
10. Manjunatha ve B Annappa. Akıllı şehir uygulamalarında gerçek zamanlı büyük veri analitiği. *2018 Uluslararası İletişim, Bilgi İşlem ve Nesnelerin İnterneti Konferansı (IC3IoT)*. IEEE, Şubat 2018.
11. Mohsen Guizani Mehdi Mohammadi, Ala Al-Fuqaha ve Jun-Seok Oh. IOT ve akıllı şehir hizmetlerini desteklemek için yarı süper görüşlü derin takviye öğrenme. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(2):624 - 635, Nisan 2018.
12. Zhong Ming Yibin Li, Wenyun Dai ve Meikang Qiu. Akıllı şehirde aşırı veri toplanmasını önlemek için gizlilik koruması. *IEEE Transactions on Computers*, 65:1339 - 1350, Mayıs 2016.
13. Tariq Ali, Muhammad Irfan, Abdullah Saeed Alwadi ve Adam Glowacz. Akıllı şehirler için Iot tabanlı akıllı çöp kutusu izleme ve belediye katı atık yönetim sistemi. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 45(12):10185-10198, 2020.
14. Fachmin Folianto, Yong Sheng Low ve Wai Leong Yeow. Smartbin: Akıllı atık yönetim sistemi. *Akıllı sensörler, Sensör Ağları ve Bilgi İşleme (ISSNIP) üzerine 2015 IEEE onuncu uluslararası konferansı*, sayfa 1-2. IEEE, 2015.
15. P Haribabu, Sankit R Kassa, J Nagaraju, R Karthik, N Shirisha ve M Anila. IOT kullanarak akıllı bir atık yönetim sisteminin uygulanması. *2017 Inter- national Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS)* içinde, sayfa 1155-1156. IEEE, 2017.
16. AAI Shah, SSM Fauzi, RAJM Gining, TR Razak, MNF Jamaluddin ve R Maskat. Akıllı şehirler için iot tabanlı akıllı atık seviyesi izleme sistemi üzerine bir inceleme. *Endonezya Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, 21(1):450-456, 2021.
17. Gopal Kirshna Shyam, Sunilkumar S Manvi ve Priyanka Bharti. Nesnelerin interneti (iot) kullanarak akıllı atık yönetimi. İçinde *2017 2. uluslararası bilgi işlem ve iletişim teknolojileri konferansı (ICCCT)*, sayfa 199-203. IEEE, 2017.
18. Aksan Surya Wijaya, Zahir Zainuddin ve Muhammad Niswar. Akıllı atık yönetimi için akıllı bir çöp kutusu tasarlayın. İçinde *2017 5. Uluslararası Enstrümantasyon, Kontrol ve Otomasyon Konferansı (ICA)*, sayfa 62-66. IEEE, 2017.