



JISTA

*Journal of Intelligent Systems: Theory
and Applications*

SEPTEMBER 2020

ISSN: 2651-3927



VOL 3 NO 2

ARTIFICIAL INTELLIGENT > MACHINE LEARNING > MULTI-AGENTS

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/jista>



Journal of Intelligent Systems: Theory and Applications

Volume: 3 Issue: 2

Editorial Boards

Honorary Editors

Zekai Şen, zsen@itu.edu.tr, Istanbul Technical University, Turkey

Burhan Turksen, bturksen@etu.edu.tr, TOBB ETU, Turkey

Editor-In-Chief

Harun Taşkın, taskin@sakarya.edu.tr, Sakarya University, Turkey

Özer Uygun, ouygun@sakarya.edu.tr, Sakarya University, Turkey

Editors

Alper Kiraz, kiraz@sakarya.edu.tr, Sakarya University, Turkey

M. Fatih Adak, fatihadak@sakarya.edu.tr, Sakarya University, Turkey

Fuat Şimşir, fuatsimsir@karabuk.edu.tr, Karabük University, Turkey

Zafer Albayrak, zalbayrak@karabuk.edu.tr, Karabük University, Turkey

Caner Erden, cerden@subu.edu.tr, Sakarya University of Applied Sciences, Turkey

Language Editor

Barış Yüce, b.yuce@exeter.ac.uk, Exeter University, United Kingdom

Editorial Advisory Board

Ali Allahverdi, ali.allahverdi@ku.edu.kw, Kuwait University, Kuwait

Andrew Kusiak, andrew-kusiak@uiowa.edu, The University Of Iowa, United States of America

Ayhan Demiriz, ademiriz@sakarya.edu.tr, Gebze Technical University, Turkey

Barış Yüce, b.yuce@exeter.ac.uk, Exeter University, United Kingdom

Cemalettin Kubat, kubat@sakarya.edu.tr, Sakarya University, Turkey

Cemil Öz, coz@sakarya.edu.tr, Sakarya University, Turkey

Dervis Karaboga, karaboga@erciyes.edu.tr, Erciyes University, Turkey

Ebubekir Koç, ekoc@fsm.edu.tr, Fatih Sultan Mehmet University, Turkey

Eldaw E. Eldukhri, eeldukhri@ksu.edu.sa, King Saud University, College Of Engineering Al-Muzahmia Branch, Saudi Arabia, United Kingdom

Ercan Öztemel, eoztemel@marmara.edu.tr, Marmara University, Turkey

Güneş Gençyılmaz, gunesgençyilmaz@aydin.edu.tr, Turkey

Hamid Arabnia, hra@cs.uga.edu, University Of Georgia, United States of America

Lyes Benyoucef, lyes.benyoucef@Isis.org, Aix-Marseille University, Marseille, France

Maged Dessouky, maged@rcf.usc.edu, University Of Southern California, Los Angeles, United States of America

Mehmet Emin Aydın, mehmet.aydin@beds.ac.uk, United Kingdom

Mehmet Recep Bozkurt, mbozkurt@sakarya.edu.tr, Sakarya University, Turkey

Mehmet Savsar, mehmet.savsar@ku.edu.kw, Kuwait University, Kuwait

Mohamed Dessouky, dessouky@usc.edu, University Of Southern California, Los Angeles, United States of America

M.H. Fazel Zarandi, zarandi@aut.ac.ir, Amerikabir University Of Technology, Iran

Türkay Dereli, dereli@gantep.edu.tr, Gaziantep University, Turkey

Witold Pedrycz, pedrycz@ee.ualberta.ca, University Of Alberta, Canada

Yılmaz Uyarođlu, uyaroglu@sakarya.edu.tr, Sakarya University, Turkey

Editorial Assistants

Enes Furkan Erkan, eneserkan@sakarya.edu.tr, Sakarya University, Turkey

Elif Yıldırım, elifyildirim@sakarya.edu.tr, Sakarya University, Turkey



Journal of Intelligent Systems: Theory and Applications

Volume: 3 Issue: 2

Contents

Research Articles

Collaborative Robots: Frontiers of Current Literature <i>Mikkel KNUDSEN, Jari KAIVO-OJA</i>	13-20
Raspberry Pi Firewall and Intrusion Detection System <i>Oğuzhan KARAHAN, Berat KAYA</i>	21-24
Mobile Robot Position Controlling System Based on IoT Through Raspberry Pi <i>Oğuzhan KARAHAN, Hürkan HÖKELEK</i>	25-30
Bir Montaj Parçasının Derin Öğrenme ve Görüntü İşleme ile Tespiti <i>Gültekin CAGIL, Büşra YILDIRIM</i>	31-37
UHF-RFID Tabanlı Akıllı Kargo Yönetimi ve Gerçek Zamanlı Takip Yaklaşımı <i>Orhan YAMAN, Mehmet BAYĞIN</i>	38-45
Decentralization management in the context of Chinese history and modern financial services <i>Kai CHEN</i>	46-59
Otistik Spektrum Bozukluğunun Makine Öğrenme Algoritmaları ile Tespiti <i>Sedat METLEK, Kıyas KAYAALP</i>	60-68



Collaborative Robots: Frontiers of Current Literature

Mikkel Knudsen¹  Jari Kaivo-Oja¹ 

¹ Finland Futures Research Centre, University of Turku, Finland

Abstract

Collaborative Robots (Cobots) play an increasing role in the advanced manufacturing landscape. The cobot market is rapidly expanding, and the academic literature is similarly growing. This paper presents a short overview of current cobotic trends and futures frontiers of the cobot development with particular emphasis on the role of cobots within the Industry 4.0-paradigm and within global megatrends. Since there is a strange, but distinct lack of literature reviews on the topic of collaborative robotics, the paper provides novel and valuable insights. In highlighting current frontiers, the paper also illustrates potential developments of future human-robot interaction.

Keywords: Collaborative Robots, Cobots, Human-machine interaction, Industry 4.0

1. Introduction

Collaborative robots or “cobots” increasingly enter industrial manufacturing, and academics, practitioners, and market followers have started to take note. Cobot technology can be a game-changer and the dominant robot technology in the decades to come (Bloss, 2016), and collaborative robotics has already become one of the fastest-growing sectors of the robotics market (Goldberg, 2019).

The evolution of robots, and particularly of cobots, have been tremendous over the last ten years (Fast-Berglund et al., 2016; Hentout et al., 2019).

Collaborative robots mark a departure from traditional industrial robots which functions separated from their human co-workers. Cobots, on the other hand, are designed for direct interaction with human workers, to handle shared payload, and to function safely without conventional safety cages or similar protective measures (Peshkin & Colgate, 1999; Bogue, 2016). In the words of Korn et al. (2018), “*robots have long left the cages of industrial settings: They work together with humans – collaboratively*”. This collaboration leverages the flexibility and decision making of humans with the strength and endurance of robots with (Djuric et al., 2016). The majority of cobots are lightweight and possible to move between places, i.e. they are, in the passive sense at least, mobile (Bendel, 2018).

This makes cobots a good fit as a *gateway into factory automation* (Marvel, 2014) and as an enabling technology for the so-called Fourth Industrial

Revolution in which flexibility is a critical component supplementing automation.

This article provides a short literature-based state-of-the-art overview of cobot developments. Until now, this kind of overview is strangely lacking from academic literature, wherefore this article provides important contributions within this rapidly growing field.

The article first provides a glimpse of the current market trends as well as an introduction to the academic literature on cobots. The second subchapter positions cobots within ongoing changes to manufacturing paradigms and the new Industry 4.0, before the article touches upon cobots’ potential role within current global megatrends. Based on the literature the authors then present current frontiers of collaborative robotics along three main dimensions: Economic, social, and technological. These frontiers provide valuable insights and signals for possible futures of cobots over the next decades.

2. The growing interest in cobots

2.1. Academic literature

The main source of information for this article is the international academic publication database Web of Science. A literature search has been performed in the database for “collaborative robot*” or “cobot” to appear either in the title of publications or as a keyword. The literature search provided a total of 795 articles on cobots by January 22nd, 2020.

* Corresponding Author. Phone: +358505136636
E-mail: mikkkel.knudsen@utu.fi

Received : Jan 30, 2020
Revision : Apr 9, 2020
Accepted : Apr 9, 2020

In Figure 1, we have outlined the growing amount of publications on cobot technology available in Web of Science. The first article in the database was published in 1996, but it took until 2014 to pass more than 20 published cobot-articles in a single year, still with a relatively meager 22 publications. This grew to more than 100 articles in 2017 (total 119), before a new single-year record of 193 publications in 2019. As the figure shows, we have moved to a very strong growth phase of academic interest in the topic.

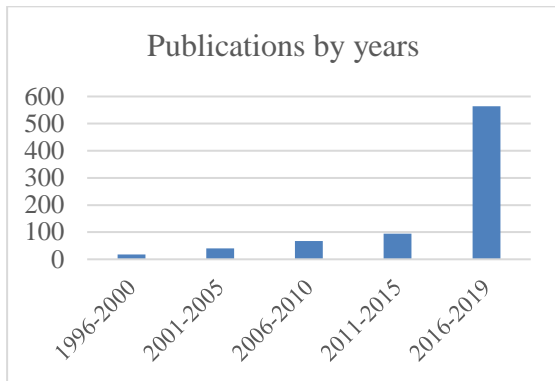


Figure 1. Publications using “collaborative robot*” or “cobot*” in the title or as a keyword, Web of Science (January 2020)

2.1. Market interest

Until recently, the global market value of cobots has remained relatively minor with an estimated global turnover of less than \$600 million in 2018 (Sharma, 2019). This, however, still represents an almost 50% growth rate compared to 2017. Cobots are particularly starting to make an impact in the largest market sector for industrial robots, the automotive industry (Bogue, 2016). Forecasts for the annual revenues of collaborative robots are highly optimistic, e.g. suggesting global revenues of \$7.6bn in 2027 (Sharma, 2019) or even more optimistically revenues of \$9.2bn by 2025 (Murphy, 2017).

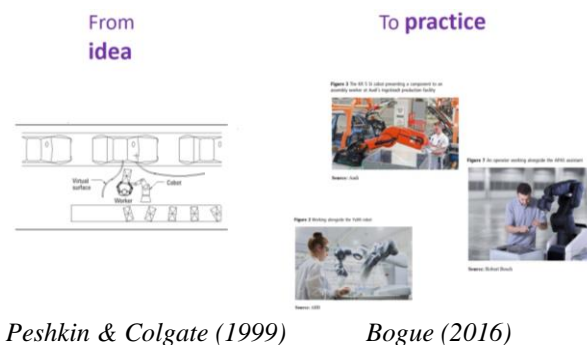
Expectations among market players are also high. Danish company Universal Robots sold the world’s first commercial collaborative robot in December 2008. The company experienced a 72% growth rate in 2017 and expects to sustain 50-70% growth year-on-year for at least another five years (Crowe, 2018). It remains the largest global market player with a market share of more than 50 pct. of the global market; in 2018, the company also celebrated the sale of its 25,000th cobot.

The supply of cobots was until recently limited to a handful of suppliers, but during the past few years, major industrial players such as ABB, Robert Bosch, and manufacturer of industrial robots KUKA have all joined the market for collaborative robots (Bogue, 2016). As the worldwide market rapidly expands, both market fragmentation and market selection mechanisms

may come into play. For information on current market product offerings, see e.g. [insert some references].

3. Cobots and collaboration

The defining distinction between collaborative robots and traditional industrial robots is the direct interaction with human workers. Using this interaction enables organizations, at least in theory, to leverage the strengths and endurance of robots with the tacit knowledge and agile decision-making skills of humans. Thereby organizations benefit from the crucial advantages, which both humans and robots have (Fast-Berglund et al., 2016). Robots may ace repetitive and monotonous tasks, but human workers still handle unexpected and unplanned tasks better than their automated co-workers. In a sense, humans remain the most flexible resource in the system. By leveraging the heterogenous advantages, human-robot collaboration may be superior to purely robotic processes. This has also been shown to be true in experimental research settings (Bloss, 2016).



Peshkin & Colgate (1999) *Bogue (2016)*

Figure 2. Cobots from idea to practice

Drawing on El Zataari et al. (2019), the ways human operators and cobots interact can be defined as *collaboration scenarios*. Each scenario involves at least one human operator and at least one cobot sharing the same workspace in order to perform manufacturing process(es) on workpiece(s). Several definitions exist in literature distinguishing collaboration from cooperation or interaction. For example, Bendel (2018) notes that cooperation robots work with people *step by step for a common goal*, while collaborative robots work with people *hand in hand on a common task*. With a more lenient definition corresponding to the definition of cobot manufacturers, any robot operating alongside a human without a fence can be characterized as a collaborative robot El Zataari et al. (2019).

El Zataari et al. (2019) defines four distinct collaborative scenarios:

- *Independent*: A human operator and a cobot work on separate workpieces, independently, and for their individual manufacturing processes. The collaborative element constitutes the shared workspace without cages or fences.
- *Simultaneous*: A human operator and a cobot operate on separate manufacturing processes at the same workpiece at the same time. Concurrently operating on the same workpiece minimizes transit time, improves productivity and space utilization, but as such, there is no time or task dependency between the humans and the cobot.
- *Sequential*: A human operator and a cobot perform sequential manufacturing processes on the same workpiece. Here, there are time dependencies between the processes of the operator and the cobot; often the cobots is assigned to handle the more tedious processes, which may also improve the operator's working condition.
- *Supportive*: A human operator and a cobot work on the same process on the same workpiece interactively. Here, there may be full dependencies between the human and the cobot, as one cannot perform the task without the other.

At the present stage most examples of cobots deployed in industrial settings related to the 'independent' or the 'simultaneous' collaboration scenarios. Most advanced research projects, aiming to break new ground, can be categorized as striving for 'sequential' or 'supportive' collaboration scenarios though (El Zatari et al., 2019).

These scenarios demand more sophisticated systems and solutions. As the degree of interdependency and collaboration, cobots need to have improved semantic understandings of the task goal and the actions and intents of its human co-workers. Similarly, the human workforce needs to be able to communicate with the cobot in intuitive ways.

4. Cobots in the Industry 4.0-paradigm

The usage of cobots supplements ongoing trends of automation manufacturing technology, through the so-called Industry 4.0. The Industry 4.0-paradigm promises the opportunity of achieving efficiency, cost reduction, increased productivity, and increased flexibility through integrated automation systems and Cyber-Physical Systems (Villani et al., 2018; Kadir et al., 2018). Manufacturing companies competitive in the future environment have to engage in more flexible production processes with mass customization and small batch sizes. Automation aids in some part, but traditional

robotics do not always provide suitable solutions, as the manufacturing industry shifts from mass production to mass customization and towards agile manufacturing-paradigms (Bloss, 2016; Dalle Mura & Dini, 2019; Kootbally, 2016).

Industrial automation and classical robotic work cells lack versatility and flexibility, and high change-over times make it difficult to adapt to dynamic environments or to efficiently produce small-batch production (Kootbally, 2016; Villani et al., 2018). Agile manufacturing systems must be flexible, open, scalable and re-configurable, and lightweight, mobile cobots – paired with the skills and the flexibility of humans – deliver this more successfully.

A comparison between traditional industrial robots and cobots can be seen in Figure 3 below. The characteristics of collaborative industrial robots suit the demands of Industry 4.0 better.

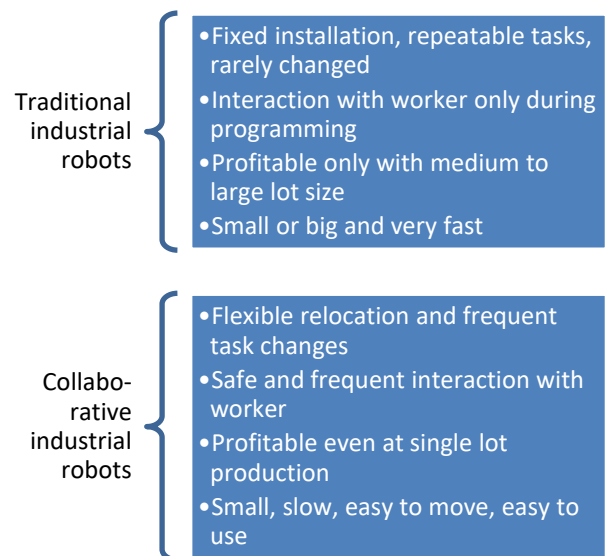


Figure 3. Characteristics of traditional industrial robots and of collaborative robots (modified from Villani et al., 2018)

4. Cobots answers to megatrends

The rapid technological development within the manufacturing industry is not the only megatrend, for which cobots may come to play a role.

The European Union's European Strategy and Policy Analysis System (ESPAS) foresees a range of Global Trends to 2030 (ESPAS, 2019), including climate change and environmental pressures, shrinking workforces and aging populations in Europe, and changing trade patterns on account of geopolitical shifts. Cobot developments may be shaped by as well as help shape the responses to these global trends.

4.1. Cobots as a response to climate change

Recent research suggests that cobots and robotics, in general, can contribute to improved resource efficiency and work as important enablers of remanufacturing and circular economy and remanufacturing (Huang et al., 2019; Sarc et al., 2019).

4.2. Cobots as a response to demographic shifts

Since the original formulation of the cobot concept, ergonomics has been a major point of focus. Already the seminal article by Peshkin & Colgate (1999) explicitly states that “*Cobots can address ergonomic concerns, and provide productivity benefits as well.*”. Ergonomic concerns remain a strong argument cited in the literature for the introduction of cobots. More than 30% of manufacturing workers in Europe are affected by lower back pain, and initiatives addressing this are highly sought after (Cherubini et al., 2016; Maurice et al., 2017). A significant amount of research thus relates to the possibility of cobots to reduce work-related musculoskeletal disorders (MSDs) as well as stress and fatigue of operators. By reducing physical demands for workers, cobots can also yield more inclusive labor markets in which aging workers may be able to stay on for longer periods before retirement than now (Calzavara et al., 2020).

4.3. Cobots as a response to geopolitical shifts

As the geography of global manufacturing may shift with geopolitical trends, this could also affect future cobot trends. An explicit argument for political backing of Industry 4.0-initiatives, e.g. in Germany and the United States, has been to ensure the continued competitiveness of industries in high-cost manufacturing environments. According to this idea increased uptake of robotics and automation help ‘bring manufacturing back’ (Kaivo-oja et al., 2018; Ancarani et al., 2019). While the hypothesis is still being tested (see e.g. de Backer et al., 2018), in a case study of manufacturing business with cobot-investments the CEO does highlight the ability of the firm to remain competitive with outsourced competitors was highlighted as the main investment motivation (Kadir et al., 2018).

Having said that, there is little guarantee that classic high-cost manufacturing environments in OECD-countries will be the main markets for the uptake of cobots. There has for example also been recent talks of “China’s ‘cobot’ revolution” (Halder, 2019), as growth in the Chinese market for cobots exceeds global developments. Cobots could, therefore, play a role in making the Chinese manufacturing economy even more competitive vis-a-vis high-cost competitors, and/or allow the country to keep its manufacturing market share even as wages and other costs may rise above e.g. neighboring countries in Southeast Asia.

5. Frontiers of current research: Glimpses of the futures of cobots

In this section, we present a scan of the current frontiers of cobot research based on a horizon scanning of recent academic literature. The overview is presented in figure 4 below.



Figure 4. Three frontiers of cobot research (Knudsen & Kaivo-oja, 2019)

5.1. Economic dimensions

As the cobot market grows worldwide, it could bring about major changes to the sector. As noted, larger industrial players have already appeared on the scene. The development of the market in terms of both suppliers and demand can affect what will become the dominant type of cobots as well as the dominant cobot markets. Markets in this sense must be understood both as geographic markets and as sectors of industrial manufacturing and beyond.

As with robots in general, there are practically no limits to where cobots can potentially be applied. During the next decade, we are likely to see cobots in healthcare, and education, as well as in manufacturing.

For this cobot development to take off, cobots must consistently prove themselves worthwhile in new settings. This most likely starts with increased exposure in industrial manufacturing settings. While cobots are more flexible and cheaper than traditional industrial robots, customers also here will still need to be able to justify their investment. Especially smaller SMEs could find themselves with challenges in looking for new tasks for cobots if original plans are altered (as documented by Kadir et al., 2018).

Another possible frontier is what the optimal business model for the cobot industry should look like. In recent years the global market leader Universal Robots have moved towards platforms business models. CTO and co-founder Esben Østergaard has envisioned the development as a ‘dating service for problems and solutions’ (Waurzuniak, 2016), and stressed how the company wants to underpin their customers’ ability to customize their own solutions. This arguably mirrors the agile value proposition of cobots well. Business models of industrial robots today tend to be rather traditional, and Landscheidt et al. (2018) argue that business model change is necessary rather than just possible.

5.2. Social dimensions

The sci-fi writer Isaac Asimov famously formulated his ‘Three Laws of Robotics’ in his 1942 short story *Runaround* (Murphy & Woods, 2009):

1. “A robot may not injure a human being or, through inaction, allow a human being to come to harm.”
2. “A robot must obey the orders given by human beings except where such orders conflict with the First Law.”
3. “A robot must protect its own existence as long such protection does not conflict with the First or Second Laws.”

The ‘laws’ clearly reflect how the safety of humans is the foremost concern in Asimov’s vision of human-robot interaction. As might be expected, this view is still prevalent in robotics research to this day, and after a series of unfortunate robot-related events, guidelines for robot safety began to emerge in the mid-1980s (Marvel & Norcross, 2017). In general, traditional safety-related research focused on maintain operator safety by separating active machinery and robots from the workforce. Duffy (2016) notes that even recent books on occupational health and safety place the emphasis regarding industrial robots on preventing interaction between humans and robots.

However, recent updates to robot safety standards do address new co-working scenarios (Villani et al., 2018). The international ISO-standard identifies four collaborative modes: i. *Safety-rated monitoring stop (SMS)*, ii. *Hand guiding (HG)*, iii. *Speed and separation monitoring (SSM)*, and iv. *Power and force limiting (PFL)*. As collaborative robotics progresses, research on safety issues within each of these four collaborative modes must simultaneously progress.

It has been rightfully argued that safety requirements should not be seen as a hindrance to cobot performance, instead performance should be optimized subject to the constraint of safety, while safety solutions must also take needs of vulnerable users into account and acknowledge different skills and capabilities (Villani et al., 2018).

This also entails the inclusion of human factors in the thinking on cobots, as well as pursuing the previously mentioned utilization of cobots in order to address ergonomic and labor market inclusion concerns.

Another key element of the social dimension relates to modes of cooperation and collaboration with workers. As new tasks also increasingly involve interaction with computational devices, future shopfloor factory workers take over operations, which previously have been engineering tasks (Stern & Becker, 2017). Smart and skilled operators collaborate with robots and are aided by machines, advanced human-machine interaction

technologies and adaptive automation (Mattson et al., 2020).

5.3. Technological dimensions

As the cobot development is so rapid, the technological frontiers are continuously moved. Across the literature, two main research themes can, however, be detected. In one thread, academics try to push the limits for programming and instructions of cobots in order to simplify this. The other thread aims to produce more advanced or complex forms of interaction by enabling cobots with semantic understanding capabilities or AI-aided anticipation skills.

An important challenge for exploiting collaborative robots in a fast-paced dynamic workflow is instruction and programming of the cobot. Rather than remove the need for human interventions, the current trends see a change of tasks and the persons involved in daily operation procedures. Traditional robot programming has been the role of engineers, but in order to exploit reduced change-over times and increased efficiency, the task of programming is moving to operators on the shop floor (Schou et al., 2018). This has both monetary benefits (decreasing the need for high-wage engineering), it simultaneously allows the operator to channel valuable process knowledge and experience into the instruction.

However, the change magnifies the demands for programming of the cobot to be simple and intuitive. As a cobot CTO stated, their mission is put the control of robots back into the hands of the operator, and that ‘If you can work a smartphone, you can program this robot’ (Waurzuniak, 2016).

Another key theme in the on-going robot and cobot research is how to achieve more advanced forms of interactions (Ivaldi, 2018). Ideally, future cobots can take into account human cues, movements, and intentions with the ability to distinguish between work-related intentional and non-intentional human gestures. It is a requirement for natural human-robot collaboration that the robot is endowed with the capability to capture, process, and understand accurately and robustly human requests (Maurtua et al., 2017). This means endowing robots with semantic understanding capabilities; a very challenging task, but also a very important one. Research related to human-robot collaboration also revolves around enhancing particular enabling functions like visual perception and action recognition which enables *human awareness* and promotes flexible cobot behavior (El Zaatari et al., 2019).

In order to provide optimal physical assistance to humans, it has been argued, cobots also need to be able to predict their intent, future behavior, and movements (Ivaldi, 2018). Recognizing the use of force/pressure sensors in contact to anticipate the movements and

objectives of the human partner, represents an alternative approach to the design of human-robot interfaces (Aroudani et al., 2018). Implementation of predictive and adaptive control methodologies is still in a premature state, and it also raises new questions such as whether robot adaptation should be generic or user-specific.

Ma et al. (2019) observe that as more and more machines are used in manufacturing, the onus of human-machine interaction has gradually shifted from the adaption of humans to machines to the adaption of machines to humans. This observation also neatly captures and summarizes many aspects of the technological research frontier for cobots, as described in the previous paragraphs.

6. Conclusions

As shown in the article, there is significant interest in the topic of collaborative robots. The market for cobots in the manufacturing industry is growing, and the academic literature on the topic has expanded rapidly during the past few years. Neither in the literature nor elsewhere have we detected any signals that this trend is likely to be broken. Instead, it seems probable that cobot automation will be at the center stage of the human-robot interaction in the 2020s.

Cobots enables, at least in theory, optimal combinations of the skills of machines with the skills of humans. This combination of the robot's ability to perform repetitive tasks and handle the physical workload with the tacit knowledge and adaptational capabilities of humans can bring promising results. As shown, the collaboration also fits within new agile manufacturing paradigms with increased customization and smaller batch sizes. In many ways, cobots are better equipped to take part in an 'Industry 4.0' than traditional industrial robots.

The brief overview also gives hints of future developments. We can see that there are current research frontiers related to both economic, social, and technological dimensions. The cobot industry is still in many ways in its infancy and questions of business models, value propositions and customers remain in flux. The social dimension relates e.g. to the various collaboration scenarios of humans and machines; a topic of great current interest across many academic disciplines. Technological trends focus on making the programming, instruction, and use of cobots simpler in order to maximize benefits, as well as endowing new generations of cobots with increasingly complex capabilities of understanding, intelligence, and prediction.

Together, the economic, social and technological frontiers show important trendlines that will help to shape the futures of cobots and cobot uptake.

Acknowledgments

The authors wish to thank the Finnish Strategic Research Council for providing funding for the project *Manufacturing 4.0* [grant agreement 313395], and the European Regional Development Fund, under a grant agreement with the Research Council of Lithuania, for providing funding for the project "Platforms of Big Data Foresight (PLATBIDAFO)" (project No. 01.2.2-LMT-K-718-02-0019).

References

- Ancarani, A., Di Mauro, C., & Mascali, F., 2019. Backshoring strategy and the adoption of Industry 4.0: Evidence from Europe. *Journal of World Business*, 54(4), 360-371.
- Aroudani A., Zanchettin, A. M., Ivaldi, S., Albu-Schäffer, A., Kosuge, K., & Khatib, O., 2018. Progress and prospects for human-robot collaboration. *Autonomous Robots*, 42(5), 957-975.
- Bendel, O., 2018. Co-robots from an Ethical Perspective. In Dornberger, R. (ed.), *Business Informations Systems and Technology 4.0: New Trends in the Age of Digital Change*. Springer, Cham.
- Bloss, R., 2016. Collaborative robots are rapidly providing improvements in productivity, safety, programming ease, portability and cost while addressing many new applications. *Industrial Robot: An International Journal*, 43(5), 463-468.
- Bogue, R., 2016. Europe continues to lead the way in the collaborative robot business. *Industrial Robot: An International Journal*, 43(1), 6-11.
- Calzavara, M., Battini, D., Bogataj, D., Sgarbossa F., Zennaro, I., 2020. Ageing workforce management in manufacturing systems: state of the art and future research agenda. *International Journal of Production Research*, 58(3), 729-747.
- Cherubini, A., Passama, R., Crosnier, A., Lasnier, A., & Fraisse, P., 2016. Collaborative manufacturing with physical human-robot interaction. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 40, 1-13.
- Crowe, S., 2018. Universal Robots Sees Strong Growth in Asia. The Robot Report, March 12, 2018. Accessed 27.01.2020 at <https://www.therobotreport.com/universal-robots-strong-growth-asia/>
- Dalle Mura, M., & Dini, G., 2019. Designing assembly lines with humans and collaborative robots: A

- genetic approach. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 68(1), 1-4.
- de Backer, K., DeStefano, T., Menon, C., Suh, J. R., 2018. Industrial robotics and the global organisation of production. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2018/03.
- Djuric, A. M., Urbanic, R., Rickli, J. R., 2016. A Framework for Collaborative Robot (CoBot) Integration in Advanced Manufacturing Systems. *SAE International Journal of Materials and Manufacturing*, 9(2), 457-464.
- Duffy V. G. (2016). Modern Human-Robot Interaction in Smart Services and Value Co-Creation. In V. G. Duffy (Ed.), *Digital Human Modeling: Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management*. Springer International Publishing.
- El Zataari, S., Marei, M., Li, W., Usman, Z., 2019. Cobot programming for collaborative industrial tasks: An overview. *Robotics and Autonomous Systems*, 116, 161-180.
- European Strategy and Policy Analysis System (ESPAS), 2019. ESPAS Report 2019: Global Trends to 2030. Accessed at 27.01.2020 at https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/ESPAS_Report2019.pdf
- Fast-Berglund, Å., Palmkvist, F., Nyqvist, P., Ekered, S., Åkerman, M., 2016. Evaluating Cobots for Final Assembly. *Procedia CIRP*, 44, 175-180.
- Goldberg, K., 2019. Robots and the return to collaborative intelligence. *Nature Machine Intelligence*, 1, 2-4.
- Halder, B., 2019. How China's 'Cobot' Revolution Could Transform Automation. Ozy. Accessed 27.01.2020 at: <https://www.ozy.com/fast-forward/how-chinas-cobot-revolution-could-transform-automation/93044/>
- Hentout, A., Aouache, M., Maoudj, A., & Akli, I. 2019. Human-robot interaction in industrial collaborative robotics: A literature review of the decade 2008-2017. *Advanced Robotics*, 33(15-16), 764-799.
- Huang, J., Pham, D. T., Wang, Y., Qu, M., Ji, C., Su, S., Xu, W., Liu, Q., Zhou, Z., 2019. A case study in human-robot collaboration in the disassembly of press-fitted components. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*.
- Ivaldi, S. (2018). Intelligent Human-Robot Collaboration with Prediction and Anticipation. *ERCIM News*.
- Kaivo-oja, J., Knudsen, M. S., & Lauraeus, T., 2018. Reimagining Finland as a Manufacturing Base: The Nearshoring Potential of Finland in an Industry 4.0 Perspective. *Business, Management & Education*, 16, 65-80.
- Kadir, B. A., Broberg, O., Souza de Conceicao, C., 2018. Designing human-robot collaborations in industry 4.0: explorative case studies. *DS92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference*, 601-610
- Knudsen, M. S., Kaivo-oja, J., 2019. Out of the Cages: Here comes the cobots. Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen blogi. Accessed 27.01.2020 at: <https://ffrc.wordpress.com/2019/11/05/cobots/>
- Kootbally, Z., 2016. Industrial robot capability models for agile manufacturing. *Industrial Robot: An International Journal*, 43(5), 481-494.
- Korn, O., Bieber, G., Fron, C., 2018. Perspectives on Social Robots: From the Historic Background to an Expert's View on Future Developments. PETRA '18 Proceedings of the 11th PErvasive Technologies Related to Assistive Environments Conference.
- Landscheidt, S., Kans, M., Winroth, M., & Wester, H., 2018. The future of industrial robot business: Product or performance based? *Procedia Manufacturing*, 25, 495-502.
- Ma, X., Tao, F., Zhang, M., Wang, T., Zuo, Y., 2019. Digital twin enhanced human-machine interaction in product lifecycle. *Procedia CIRP*, 83, 789-793.
- Marvel, J., 2014. Collaborative Robots: A gateway info factory automation. *National Institute of Standards and Technology*. Accessed 27.01.2020 at https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=916485
- Marvel, J. A., Norcross, R., 2017. Implementing speed and separation monitoring in collaborative robot workcells. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 144-155.
- Mattson, S., Fast-Berglund, Å., Li, D., & Thorvald, P. (2020). Forming a cognitive automation strategy for Operator 4.0 in complex assembly. *Computers & Industrial Engineering*, 139..
- Maurice, P., Padois, V., Measson, Y., Bidaud, P., 2017. Human-oriented design of collaborative robots.

International Journal of Industrial Ergonomics, 88-102.

Maurtua, I., Fernandez, I., Tellaeche, A., Kildal, J., Susperregi, L., Ibarguren, A., Sierra, B., 2017. Natural multimodal communication for human-robot collaboration. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 1-12.

Murphy, A., 2017. *Industrial: Robotics Outlook 2025*. Loup Ventures. Accessed 27.01.2020 at: <https://loupventures.com/industrial-robotics-outlook-2025/>

Murphy, R. Woods, D.D., 2009. Beyond Asimov: The Three Laws of Responsible Robotics. *IEEE Intelligent Systems*, 24(4), 14-20.

Peshkin, M., Colgate, J. E., 1999. Cobots. *Industrial Robot: An International Journal*. 26(5), 335-341.

Sarc, R. Curtis, A., Kandlbauer, L., Khodier, K., Lorber, K.E., Pomberger, R., 2019. Digitalisation and intelligent robotics in value chain of circular economy oriented waste management – a review. *Waste Management*. 95, 476-492.

Schou, C., Andersen, R. S., Chrysostomou, D., Bøgh, S., Madsen, O., 2018. Skill-based instruction of collaborative robots in industrial settings. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 72-80.

Sharma, A, 2019. *Cobot Market Outlook Still Strong, Says Interact Analysis*. Robotics Business Review. Accessed 27.01.2020 at: <https://www.roboticsbusinessreview.com/manufacturing/cobot-market-outlook-strong/>

Stern H., Becker, T., 2017. Development of a Model for the Integration of Human Factors in Cyber-Physical Production Systems. *Procedia Manufacturing*, 9, 151-15

Villani, V., Pini, F., Leali, F., & Secchi, C., 2018. Survey on human-robot collaboration in industrial settings: Safety, intuitive interfaces and applications. *Mechatronics*, 55, 248-266.

Waurzuniak, P., 2016. New Collaborative Robot App Store Helps Users Find Solutions to Automation Problems. *Manufacturing Engineering*, 18-22.



Raspberry Pi Firewall and Intrusion Detection System

Oğuzhan Karahan^{1*}  · Berat Kaya^{2*} 

^{1,2} Kocaeli University, Department of Electronics and Telecommunications Engineering, Kocaeli, Turkey

Abstract

Information is the most essential building block to businesses, thus having adequate control over it is indispensability for most. Such control allows for better security and overall administration for a company. The existing solution is to install a firewall to the root switch, enabling admins to manage traffic by interfacing with the firewall equipment. This paper proposes a light-weight and highly configurable firewall solution for small to mid-range businesses. Built on a Raspberry Pi, including a user-friendly interface, with little information individuals will able to configure and install the firewall to their businesses. The proper solution will enable high-level control over the desired ports and user groups. Access to potentially harmful information can effortlessly be moderated and blocked if necessary.

Keywords: Raspberry pi, firewall, network security, intrusion detection.

Raspberry Pi ile Güvenlik Duvarı ve Saldırı Tespit Sistemi

Öz

Bilgi, işletmeler için en temel yapıtaşdır. Bu nedenle bilgi üzerinde yeterli kontrol sahibi olmak vazgeçilmezdir. Bu kontrol, bir şirket için daha iyi güvenlik ve genel yönetim sağlar. Bu güvenliği sağlamanın yolu bütün ağı denetleyecek bir güvenlik duvarı kurmaktır. Güvenlik duvarı, şirketlerin ağları üzerindeki cihazları ve bilgisayarları diğer ağlar üzerinden gelecek saldırılara karşı koruyan, iç ve dış ağlar arası ağ trafiğini belirli kurallara göre denetleyen bir güvenlik mekanizmasıdır. Güvenlik duvarı üzerinde belirtilmiş kurallara uymayan trafik engellenerek koruma sağlanır. Bu çalışmada düşük maliyetli cep bilgisayarı Raspberry Pi ve ağ anahtarı kullanılarak küçük veya orta ölçekli bir işyeri ağı modellemesi üzerinde güvenlik duvarı ve saldırı tespit sistemi yapılmıştır. Bu ağa bağlı bilgisayarlara Raspberry Pi üzerinden internet erişimi sağlanmıştır. Ağdaki bilgisayarlara yapılan ataklar Raspberry Pi üzerinden gözlemlenmiştir ve yazılan kurallar sayesinde kolayca engellenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Raspberry Pi, güvenlik duvarı, ağ güvenliği, saldırı tespit sistemi.

1. Introduction

One of the biggest problems of today is to secure our computers. Moreover, this problem gets bigger if the issue is a networked computer [1]. It has become very important to prevent intruders from accessing our information using the network. The people who leak the remote machines with bad faith are called intruders [2]. It is tried to prevent this situation by using various technologies. One of these measures is to use a firewall. It is a security mechanism that protects your devices and computers on your current network against attackers and controls traffic between internal and external networks according to certain rules. The other one is to use an

intrusion detection system to monitor the network traffic for suspicious activity.

Many devices and applications are used even in home networks. Attackers are developing new types of attacks to infiltrate our internal network. To protect against these attacks, it has become compulsory to use firewall systems. Basically, the firewall decides whether or not the packets that arrive on the network can pass through according to predefined rules. It provides protection by blocking traffic that does not comply with the rules specified on the firewall.

Large companies have been using firewall devices to protect their internal networks for more than 25 years.

* Corresponding Author.
E-mail: berat_kaya_2356@hotmail.com

Received : Dec 6, 2019
Revision : Apr 9, 2020
Accepted : May 20, 2020

At this point, restaurants, houses, hospitals, cafes, shops and it started to be used even in similar small networks.

Structuring a firewall with an intrusion detection system is the security standard of today [3]. In this paper, it is shown how intrusion detection system works with a sample scenario by using Snort software on Raspberry Pi computer. The Raspberry Pi is connected to a network switch which has two configured virtual area networks (VLAN) to make a wider network. Hosts are connected to different VLANs. The aim is to enable the intrusion detection system to operate on a larger network like workplaces.

In other studies, Raspberry Pi is working as a firewall connected to only one device. In this study, a network is divided into segments by using the VLAN feature of the network key and multiple computers are secured.

The structure of this paper is organized as follows: Section 2 provides a brief review of literature. Section 3 introduces the architecture of the system and explain a sample attack scenario. In section 4, the results of the scenario are presented and Section 5 presents the conclusions.

2. Methodology

A review of literature is provided in this section including Raspberry Pi, Intrusion Detection System and Snort.

2.1. Raspberry Pi

Raspberry Pi is a low cost, credit card sized pocket PC. It is a computer that compiles the algorithms of Internet of things (IoT) or robotic projects we imagine and manages electronic elements. It runs with Linux based operating systems. Raspian is the operating system (OS) which is used in this project. It has also variety of models for different requirements. Raspberry Pi 3 has a built-in wifi module so it is practical when wireless connection needed. These computers, which are shown in Figure 1, are preferred in listening to network traffic and collecting data because of their simple interface and strong processors [4].



Figure 1. Raspberry pi 3 model B

2.2. Network Switch



Figure 2. Cisco catalyst 3560-CG 8 port switch

The switch used in this project is shown in Figure 2. Switch configuration requires console and power cable. After the power and console cable is connected, the putty program is run from the computer and the serial interface is used to access the switch interface. Since the project requires two independent networks, the vlan feature of the switch was used. In order to create a VLAN, enable mode must be entered.

In order for the commands written here to affect the network, the general configuration mode should be switched. In this mode, the VLAN should be created by typing the desired VLAN and its number.

```
Switch > enable
Switch # configure terminal
Switch (config)# vlan 10
Switch (config-vlan)#name LAN1
Switch (config)# vlan 20
Switch (config-vlan)#name LAN2
Switch (config-vlan)# interface range gig0/1-4
Switch (config-if)# switchport access vlan 10
Switch (config-vlan)# interface range gig0/5-8
Switch (config-if)# switchport access vlan 20
Switch (config) # interface gig0/9
Switch (config-if) # switchport trunk encapsulation dot1q
Switch (config-if) # switchport mode trunk
Switch (config) # interface vlan 10
Switch (config-if) # ip address 10.0.0.254 255.255.255.0
Switch (config-if) # no shutdown
Switch (config) # interface vlan 20
Switch (config-if) # ip address 20.0.0.254 255.255.255.0
Switch (config-if) # no shutdown
```

Figure 3. VLAN configuration

In Figure 3, two VLANs must be created for two different networks. Names of the VLANs are LAN1 and LAN2. The created vlans are assigned to the desired ports. The first 4 ports of the switch are configured for VLAN10. The last 4 ports of the switch are configured for Vlan20. A trunk port is created for Raspberry Pi to control the VLANs. Trunk port is a switch port which all VLAN information can be passed. After configuring the trunk port, VLANs are given preferred IP addresses. In the project, IP addresses of 10.0.0.254 for VLAN10 and 20.0.0.254 for VLAN20 were used. DHCP is configured on the switch so that the computers

connected to the ports can receive IP from the corresponding VLAN IP block.

```
Switch (config) # ip dhcp pool Vlan10-Pool
Switch (config) # network 10.0.0.0 255.255.255.0
Switch (config) # default-router 10.0.0.1
Switch (config) # dns-server 8.8.8.8
Switch (config) # ip dhcp pool Vlan20-Pool
Switch (config) # network 20.0.0.0 255.255.255.0
Switch (config) # default-router 20.0.0.1
Switch (config) # dns-server 8.8.8.8
```

Figure 4. IP DHCP pool

DHCP configuration is done with the commands in Figure 4. Computers connected to one of the first 4 ports will receive the IP address from the VLAN10 IP block and the VLAN20 IP block when plugged into the last 4 ports. The switch configuration is now complete.

2.3. Intrusion Detection System

Intrusion Detection Systems are devices or software for monitoring malicious activities or policy violations against networks or systems. IDS systems have the ability to monitor the network frequently, identify potential threats and log related events, stop attacks, and report to security administrators. When an attack occurs, it also reconfigures network devices such as firewalls or routers blocking attacks in the same way [5]. Figure 5 shows the intrusion detection system architecture.

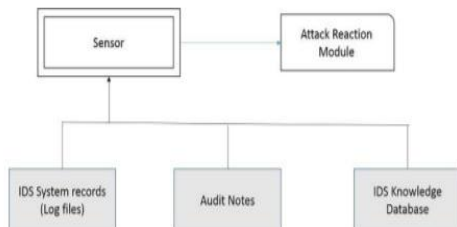


Figure 5. Designed system architecture

2.4. Snort

Snort is an open source intrusion detection and intrusion prevention system, first developed by Martin Roesch [7]. It allows users to create their own security rules. Snort is a software that can perform real-time traffic analysis and packet logging on IP networks.

3. System Architecture

In the study, as hardware components; Cisco Catalyst 3560-CG switch, Raspberry Pi 3, 2 laptops are used. An architecture of the system is given in Figure 6.

This architecture allows hosts that are connected to switch via VLANs access internet through Raspberry Pi's proxy. The purpose of the proxy is to level up the security. Gateway is used as a proxy for intrusion detection task by the architecture [8].

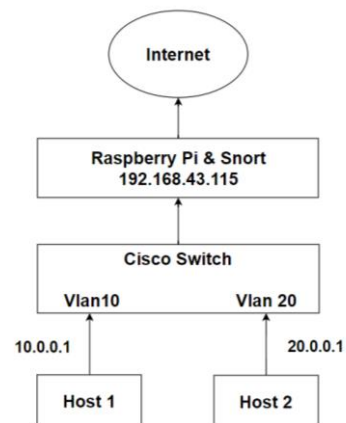


Figure 6. Designed system architecture

3.1. Creation of system architecture

Folders are created to keep the configuration files. Empty rule files are created in these folders. A folder is also created to hold the access logs. We have to give Snort the privilege to read the files.

```
$ sudo chmod -R 5775 /etc/snort
$ sudo chmod -R 5775 /var/log/snort
$ sudo chmod -R 5775 /usr/local/lib/snort_dynamicrules
$ sudo chown -R snort:snort /etc/snort
$ sudo chown -R snort:snort /var/log/snort
$ sudo chown -R snort:snort /usr/local/lib/snort_dynamicrules
```

Figure 7. Giving privilege to Snort

Then, we inform Snort the network address which the system is connected and Snort saves it as a home address. From this moment every rule we write will apply to the system.

```
$ sudo nano /etc/snort/snort.conf
Ipvar HOME_NET 192.168.43.0/24
```

Figure 8. Configuring the Snort file

3.2. Creating Snort rules

Three different access types have been identified for the intrusion detection system: Packet Internet Groper (PING), Secure Shell (SSH) and File Transfer Protocol (FTP). Ping is used to find out if the computer of the given ip address is running in terms of TCP / IP, and if so, to see how much time it takes to reach that computer. FTP is a protocol for transferring files between two computers connected to the Internet and the name given to the application serving this process. It operates on port 21.

1. Rule: alert icmp any any -> \$HOME_NET any (msg:"Ping Attempt"; SID:1000004; rev:1)
2. Rule: alert tcp any any -> \$HOME_NET 21 (msg: FTP connection attempt"; SID: 1000009; rev:1)

Rule 1 will alert the system if there is a PING request from any IP address to the home address. “Ping Attempt” message will appear on the screen

Rule 2 will alert the system if there is a FTP request from any IP address to the home address. “FTP connection attempt” will appear on the screen.

3.3. Scenario

Firstly, Host 1 will make PING and FTP request to the system.

10.0.0.1: Ping 192.168.43.115

10.0.0.1: Ftp 192.168.43.115

Secondly, Host 2 will make PING and FTP request to the system.

20.0.0.1: Ping 192.168.43.115

20.0.0.1: Ftp 192.168.43.115

4. Results

```

root@raspberrypi:~# sudo snort -A console -s -u snort -c /etc/snort/snort.conf -i eth0
5/31-18:49:18.917454 *** [1:1000004:1] Ping Attempt ** [Priority: 0] [DOP] 10.0.0.1 -> 192.168.43.115
5/31-18:49:18.945958 *** [1:1000004:1] Ping Attempt ** [Priority: 0] [DOP] 10.0.0.1 -> 192.168.43.115
5/31-18:49:20.540123 *** [1:1000004:1] Ping Attempt ** [Priority: 0] [DOP] 10.0.0.1 -> 192.168.43.115
5/31-18:49:25.549588 *** [1:1000004:1] Ping Attempt ** [Priority: 0] [DOP] 10.0.0.1 -> 192.168.43.115
5/31-18:49:46.650488 *** [1:1000009:1] FTP connection attempt ** [Priority: 0] [TCP] 10.0.0.1:45227 -> 192.168.43.115:21
5/31-18:49:51.639811 *** [1:1000009:1] FTP connection attempt ** [Priority: 0] [TCP] 10.0.0.1:45227 -> 192.168.43.115:21
5/31-18:49:57.671388 *** [1:1000009:1] FTP connection attempt ** [Priority: 0] [TCP] 10.0.0.1:45227 -> 192.168.43.115:21
5/31-18:50:43.284781 *** [1:1000004:1] Ping Attempt ** [Priority: 0] [DOP] 20.0.0.1 -> 192.168.43.115
5/31-18:50:48.180277 *** [1:1000004:1] Ping Attempt ** [Priority: 0] [DOP] 20.0.0.1 -> 192.168.43.115
5/31-18:50:53.140348 *** [1:1000004:1] Ping Attempt ** [Priority: 0] [DOP] 20.0.0.1 -> 192.168.43.115
5/31-18:50:58.140580 *** [1:1000004:1] Ping Attempt ** [Priority: 0] [DOP] 20.0.0.1 -> 192.168.43.115
5/31-18:51:06.355379 *** [1:1000009:1] FTP connection attempt ** [Priority: 0] [TCP] 20.0.0.1:51591 -> 192.168.43.115:21
5/31-18:51:09.359228 *** [1:1000009:1] FTP connection attempt ** [Priority: 0] [TCP] 20.0.0.1:51591 -> 192.168.43.115:21
5/31-18:51:13.359478 *** [1:1000009:1] FTP connection attempt ** [Priority: 0] [TCP] 20.0.0.1:51591 -> 192.168.43.115:21

```

Figure 9. Working of the system

Figure 13 shows the warnings given by Snort intrusion detection system. Section 1 shows the date and time the detection was made. Section 2 shows the messages and protocols we specify in the intrusion detection rules. The last part shows the source of the attack and the destination of the attack. If the first line is examined, Host 1 whose IP address 10.0.0.1 has requested a ping to the system with IP address 192.168.43.115. “Ping Attempt” warning is displayed. Note that there was no response to the ping request in the opposite direction. The request is timed out. The user who made the attack did not receive any response from the system. Similarly, on the fifth line, when user tried to establish an FTP connection, he did not receive any response. The request is timed out. The same operations were performed for Host 2 and the same results were obtained. This shows that Raspberry Pi’s firewall settings are well configured.

5. Conclusions

There are a lot of applications and devices with special futures on the market. Everyone should use the materials that are suitable for their needs. This study shows a proxy intrusion detection system based on low cost Raspberry Pi device and open source Snort software. The system has been tested with two simple attacks to see if the system can capture the unwanted events. The network is expanded with the switch and the

results show the system works successfully on small scale networks. In the future, the system can be tested with more hosts and much more complex attacks. The maximum attack capacity of this system can be measured. the system can be updated against newly derived attacks.

Acknowledgement

You can write here, if any, the people, institutions or supporters (you can specify support numbers and supporters) before the resources section.

References

Bellovin, S. M., & Cheswick, W. R. (1994). Network firewalls. *IEEE communications magazine*, 32(9), 50-57.

Ashoor, A. S., & Gore, S. (2011). What is the difference between Hackers and Intruders. *Int. J. Sci. Eng. Res*, 2(7), 1-3.

Lalitha, M., Meachery, N., & Nair, R. (2018). Raspberry Pi Based Cyber-Defensive Industrial Control System With Redundancy And Intrusion Detection. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 118(20), 4273-4278.

Coşar, M., & Kiran, H. E. (2018, May). Measurement of Raspberry Pi performance in network traffic analysis. In *2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)* (pp. 1-4). IEEE.

Coşar, M., & Karasartova, S. (2017, October). A firewall application on SOHO networks with Raspberry Pi and snort. In *2017 International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)* (pp. 1000-1003). IEEE.

Mahajan, S., Adagale, M. A., & Sahare, C. (2016, March). Intrusion Detection System Using Raspberry Pi Honeypot in Network Security. *International Journal of Engineering Science and Computing*, Volume 6, No:3, DOI 10.4010/2016.651.

Roesch, M. (1999, November). Snort: Lightweight intrusion detection for networks. In *Lisa* (Vol. 99, No. 1, pp. 229-238).

Oktaş, U., & Sahingöz, O. K. (2013, May). Proxy network intrusion detection system for cloud computing. In *2013 the international conference on technological advances in electrical, electronics and computer engineering (TAEECE)* (pp. 98-104). IEEE.



Mobile Robot Position Controlling System Based On IoT Through Raspberry Pi¹

Oğuzhan Karahan¹ , Hürkan Hökelek^{2*} 

^{1,2} Kocaeli University, Department of Electronics and Telecommunications Engineering, Kocaeli, Turkey
hokelekhurkan05@gmail.com, oguzhan.karahan@kocaeli.edu.tr

Abstract

In IoT communication technologies, interconnected computing devices, mechanical and digital machines, objects, animals or unique identifiers (UIDs) can transmit data over a network without the need for people or networks. Increasingly, organizations in various industries use IoT technology to work more efficiently, provide better customer service, improve decision-making, and increase business value. In this study, an HTML based control panel was created and IoT based mobile robot position control was performed via Raspberry Pi via this control panel. The control of this mobile robot is entirely IoT-based and can be controlled from anywhere with Internet access via the control panel on the relevant web page. The aim of this study is to prove how a real-time platform can be controlled over Internet via a widely used microcontroller today such as Raspberry Pi and to explain how the communication between the microcontroller and Web takes place simply and understandably in the background.

Keywords: IoT, Raspberry Pi, Position Control.

Raspberry Pi Kullanılarak IoT Tabanlı Mobil Robot Konum Kontrol Sistemi

Tasarımı

Öz

IoT haberleşme teknolojilerinde birbirleriyle ilişkili bilgi işlem cihazları, mekanik ve dijital makineler, nesnelere, hayvanlar veya benzersiz tanımlayıcılar (UID'ler) bir ağ üzerinden insanlara veya ağlara ihtiyaç duymadan veri aktarabilir. Giderek artan bir şekilde, çeşitli endüstrilerdeki kuruluşlar daha verimli çalışmak, daha iyi müşteri hizmeti sağlamak, karar vermeyi geliştirmek ve iş değerini artırmak için IoT teknolojisini kullanmaktadır. Yapılan bu çalışmada HTML tabanlı bir kontrol paneli oluşturulmuş, bu kontrol paneli aracılığı ile Raspberry Pi üzerinden IoT tabanlı mobil robot konum kontrolü yapılmıştır. Bu mobil robotun kontrolü tamamen IoT tabanlı olup, robot Internet erişimi olan her yerden ilgili web sayfası üzerinde yer alan kontrol paneli aracılığıyla kontrol edilebilmektedir. Yapılan bu çalışmanın amacı günümüzde yaygın olarak kullanılan bir mikrodenetleyici olan Raspberry Pi aracılığıyla gerçek zamanlı bir platformun Internet üzerinden nasıl kontrol edilebileceğini ve mikrodenetleyici ile Web arasındaki haberleşmenin arka planda basit ve anlaşılabilir bir şekilde nasıl gerçekleştiğini açıklamaktır.

Anahtar Kelimeler: IoT, Raspberry Pi, Konum Kontrolü.

1. Introduction

The connection of physical objects to the Internet makes it possible to access remote sensor data and control the physical world remotely. The merging of captured data with other sources, such as data on the Internet, results in new synergistic services that go beyond the services that can be provided by an

embedded system. This spread of the Internet has led to the emergence of new paradigms, and in this context, one of the new paradigms, IoT based communication is one of the hottest and most curious issues in information and communication technologies. According to Cisco, 2.5 billion new people will step into the online world and 50 billion new devices will be connected to each other by 2020. The interaction of these devices and sensors,

¹ This paper is an extension of work originally presented in "10th International Symposium on Intelligent Manufacturing and Service Systems" (Karahan and Hökelek, 2019).

* Corresponding Author.
E-mail: hokelekhurkan05@gmail.com

Received : Dec 6, 2019
Revision : Apr 9, 2020
Accepted : May 20, 2020

which are found in such an excessively high number, is one of the most important research topics and studies in this field that have an important place in the world of technology. Internet, which enables devices and sensors to communicate with each other, is a great importance and solves the problems arising from the communication necessity of these devices (Altinpulluk, 2018).

Vanitha, Selvalakshmi, Selvarasu presented a mobile robot which is monitored and controlled via Internet through Raspberry Pi board (Vanitha et al., 2016).

Marroquin, Gomez, Paz presented a low-cost alternative for a mobile explorer robot that has camera and a temperature / air humidity sensor and uses open hardware and software, whose design is intended to be able to inspect its environment in addition to being controlled remotely using the Internet technologies of the Things through a graphical user interface (web application) (Marroquin et al., 2017).

Srividhya, Kumar, Manivannan, Rihfath, Ragunathan presented an IoT based robot system which is used for vigilante purposes. This robot can be moved in all directions and gets a live stream on android platform using Raspberry Pi. The signals generated from Android app are sent to Raspberry Pi. These received signals are processed by the commands and the robot is directed with used directive (Srividhya et al., 2018).

Park, Choi, Choi J. presented an IoT based context-aware system that gathers sensor data from the natural environment, which is converted to sensory data and abstracted as situational data to provide robot services (Park et al., 2016).

Wang, Zhao, Hao presented an IoT based indoor mobile robot, which is used for the housekeeping service and called as smart housekeeper. People can operate the robot remotely by another smart mobile phone at any time. It can realize remote video searching, home appliance control, and indoor security (Wang et al., 2015).

2. Material and Method

In this project, firstly, the control panel of the mobile robot system (HTML-based web page) was created. This control panel has directional buttons to be used for guiding the robot and has an interface that determines the robot will be moved at the respective position along the respective distance.

In the second stage, the control data which were retrieved from user via the control panel is obtained through the Raspberry Pi and this data is sent to the Arduino microcontroller, which operates simultaneously with Raspberry Pi, a separate interface where the robot system is installed.

In the third stage, the position control of the mobile robot is performed according to these control data on Arduino.

Within the scope of this project, Raspberry Pi, which retrieves the control data from database and Arduino,

which is the controller of the mobile robot system, works simultaneously on this IoT system.

2.1. Mobile Robot System

The mobile robot consists of Arduino UNO Microcontroller, two wheels integrated with DC motors, L293D Motor Drive Shield for controlling motors, the Rotary Encoder Module and the HC-06 Bluetooth Module for communication with Raspberry Pi. The wheels on the mobile robot enable the movement of the robot by means of DC Motors.

2.2. Mechanical Design of the Robot

Firstly, there is a need for DC motors, batteries for the power supply of the motors, wheels, power supply encoder module, and a platform where the Arduino will stand together. Therefore, in the design of the mobile robot, a frame (chassis) is needed in which these equipment will be kept together. Figure 1 shows the image of the skeleton used in the design of the robot.



Figure 1. The Image of the Frame

After providing the frame of the mobile robot, DC motors are integrated into the spaces reserved for the two motors on the right and left sides of the bottom of this frame by screwing the DC motors. Figure 2 and Figure 3 shows the DC motors integrated into the right and left sides of the frame, respectively.

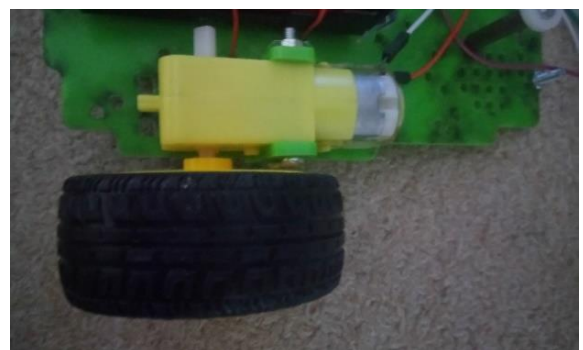


Figure 2. Image of the Right DC Motor and Wheel Integration to the Frame



Figure 3. Image of the Left DC Motor and Wheel Integration to the Frame

After the wheels have been placed, a drunken wheel is integrated in the front-lower part of the chassis, which works in harmony with the other two rear wheels. The purpose of the use of the drunken wheel is to ensure that the movable platform is easily guided and can rotate freely in any direction. Figure 4 shows the image of the drunk wheel integrated into the frame.



Figure 4. Image of the Drunken Wheel Integration to the Frame

Finally, the batteries required for the Arduino to be integrated on the frame and the L293D Motor Drive Shield on the Arduino is located on the bottom of the frame. Figure 5 shows the batteries installed in the system.



Figure 5. Image of the Batteries Integrated to the Frame

In the mechanical axis, the basic structure of the mobile robot system has been formed by providing the physical harmony of the skeleton and wheels with each other, and then the L293D Motor Driver Shield and HC-06 Bluetooth Module and Arduino have been added.

2.3. Hardware Design of the Robot

Arduino serves the most fundamental task in the system that controls the mobile robot system. Together with the L293D Motor Drive Shield, it does not perform the basic function of robot movement. Figure 6 shows the Arduino UNO model image integrated on L293D Motor Driver Shield.

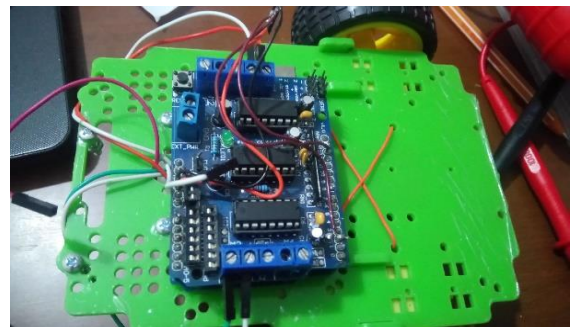


Figure 6. Image of the Integration of L293D Motor Driver Shield and Arduino UNO to the Frame

2.4. Raspberry Pi (Model 3B+)

Raspberry Pi is a credit card sized single card computer developed by the Raspberry Pi Foundation in the UK to teach computer science in schools.

Figure 7 shows the image of Raspberry Pi (Model 3B+) which has been used in this project and it features Quad Core 64-Bit 1.4 GHz ARM Cortex A53 based processor, 1GB LPDDR2 SDRAM, Dual Band 2.4 + 5GHz 802.11.b / g / n / ac Wireless Communication Module, 300Mbps Gigabit PoE Line Compatible Ethernet Module, 4.2 Low Energy Bluetooth Module, 40 Pin Inputs, including power input pins, Micro SD Memory Card Input, Video Input with HDMI Interface, Display Port, Camera Port, 4 Pole 3.5mm Audio Output, 4 USB 2.0 Input MicroUSB 5V / 2.5A.

In this project, the 3B+ model of Raspberry Pi series was used to retrieve the data which were saved from the control panel to the database via HTML page on the Internet, and then transfer the relevant data to the platform where the mobile robot system operates. The Wireless Communication Module on the card is connected to the Internet and the Internal Bluetooth Module is used to transmit data to mobile robot system.



Figure 7. Image of Raspberry Pi (Model 3B+)

2.5. Arduino UNO

Arduino UNO is an Arduino board with ATmega328 microcontroller.

Figure 8 shows the image of Arduino UNO which has been used in this project and it features 14 digital input / output pins. 6 of them are used as PWM outputs, 6 analog inputs, one 16 MHz crystal oscillator, USB connection, 2.1mm power jack, ICSP header and RESET button. Arduino UNO contains all the necessary components to support a microcontroller. Arduino UNO can be powered by connecting it to a computer with a USB cable or supplying it from an external power source.

In this project, Arduino UNO was used as the main microcontroller of the mobile robot system.



Figure 8. Image of Arduino UNO

2.6. L293D Motor Driver Module

L293D Motor Driver Module is a control board which was used in this project for controlling the DC motors on the wheels of mobile robot.

Figure 9 shows the image of L293D Motor Driver Module which has been used in this project and it

features two L293D Motor Driver Controller and a 74HC595 Shift Register. Shift Register increases the number of pins from 3 to 8 to control the motor direction and two L293D Motor Driver provides the main functionality of controlling the motors.



Figure 9. Image of the L293D Motor Driver Module

2.7. Rotary Encoder Module

Figure 10 shows the image of Rotary Encoder Module which has been used in this project and it is an electromechanical encoder that generates an electrical signal based on the movement of the shaft on which it is located.

In this project, Rotary Encoder Module is integrated into the motors to monitor the motor position for the allowing the robot to move along the specified distance.



Figure 10. Image of Rotary Encoder Module

2.8. HC-06 Bluetooth Module

Figure 11 shows the image of HC-06 Bluetooth Module which has been used in this project and it features high-speed data transfer that enables wireless serial communication in an open area of 10 to 100m radius.

In this project, HC-06 Bluetooth Module was used for providing the communication between Raspberry Pi and Arduino.



Figure 11. Image of HC-06 Bluetooth Module

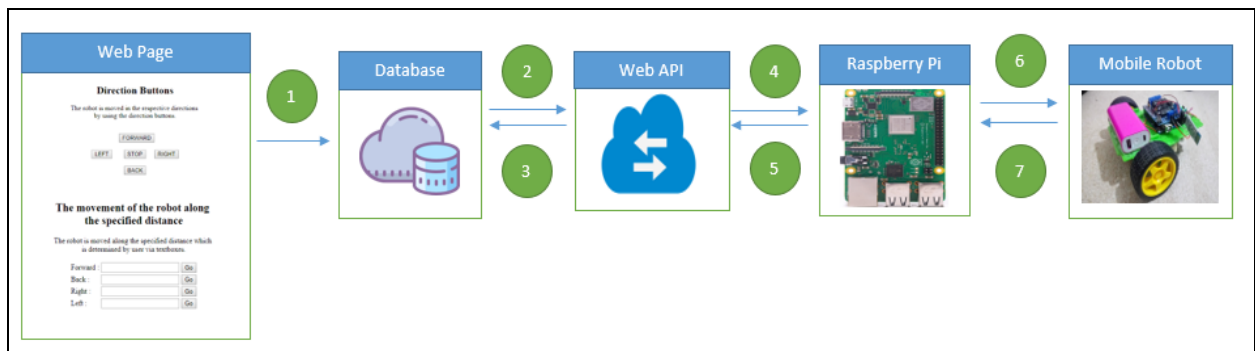


Figure 12. The Flowchart of the Proposed Architecture of the System.

2.9. System Architecture

In the first step, a HTML-based web page which has the control interface was created for the interaction with the user. By using this HTML page, the user can move robot using the direction buttons to the relative directions and also can move the robot along the specified distances (cm) using the textbox areas on the control panel.

After the user interaction, the relative data are stored on the database. This data retrieval operation on the control panel from user is performed by a POST method which is one of the main HTTP requests and these data are saved to a database on the web which was created using MySQL database management system.

Figure 12 illustrates an example PHP script of data retrieval operation using POST method of HTTP request. In this script code, "Forward" instruction which is submitted clicking the related directional button is saved to the related area on the database.

```

if(isset($_POST['Forward']) && !empty($_POST['Forward']))
{
    session_start();
    $data = "forward";
    $sql = "INSERT INTO data(data) VALUES ('$data')";
    mysqli_query($db,$sql);
}

```

Figure 12. Basic PHP Script Code of the usage of POST Method.

In the second step, Web API is one of the latest methods for establishing communication between devices which have Internet connection. It works as a framework for creating services that can communicate over HTTP protocol, which can be handled by a large number of different clients (smartphones, web browsers, tablets, computers, etc.) (Trichkova, 2015). According to this determination, the database and Raspberry Pi must be connected each other for transferring data through a Web API .So in this project, a Web API is needed for fetching the control data from the database for sending them to Raspberry Pi.

In the third and fourth steps, Raspberry Pi makes a connection to Web API using HTTP protocol to request data from the database. Then, Web API connects to the

database and shows these data to Raspberry Pi in a specific data format. Figure 13 illustrates an example PHP script of database connection and encoding of the data.

```

<?php
$db = mysqli_connect("hostname","id","password","database");
$sql = "SELECT data FROM data";
$result = mysqli_query($db,$sql);
$data = array();

while($row = mysqli_fetch_array($result))
{
    $data["data"] = $row["data"];
}

echo json_encode($data);
mysqli_close($db);
?>

```

Figure 13. Example of Basic PHP Script Code of Database Connection and JSON Encoding.

In the fifth step, The specified data format used which was used and referred on the previous paragraph is JSON.

JSON (JavaScript Object Notation) is a structurally lightweight and flexible data exchange format that is easy to read and write, which can be easily used in applications, and its main purpose is to exchange data in smaller sizes during the data transferring operation.

Web API shows the data in JSON format and Raspberry Pi parses JSON data. Figure 14 illustrates an example Python script of making a connection to Web API and parsing JSON data to extract the requested control data.

```

#!/usr/bin/env python

import urllib
import json

while 1:
    response = urllib.urlopen("http://vipreteam.com/json.php")
    json_data = json.loads(response.read())

```

Figure 14. Basic Python Script Code of Reading JSON Formatted Data From the Requested URL.

In the sixth and seventh steps, Raspberry Pi makes a Bluetooth communication to Arduino by its Internal Bluetooth Module to send the control data retrieved from Web API. Figure 15 illustrates an example Python

script of establishing serial Bluetooth Communication and sending the parsed JSON data to this serial port.

Finally, Arduino makes connection to this port by its HC-06 Bluetooth Module and retrieves the extracted control data and controls the mobile robot system according to these data.

```
#!usr/bin/env python
import serial
port = serial.Serial('/dev/serial0',baudrate=9600,
                    parity = serial.PARITY_NONE,
                    stopbits = serial.STOPBITS_ONE,
                    bytesize = serial.EIGHTBITS,
                    timeout = 1)
while 1:
    port.write(json_data['related_data_index_name'].encode('utf-8'))
```

Figure 15. Basic Python Script Code of Establishing Serial Port and Sending Parsed JSON Data to this Port.

3. Conclusions

After the hardware and mechanical parts of the mobile robot were created, the web page of the control panel was created and uploaded to the server on Internet.

In the control panel of Figure 16, there is an interface consisting of direction buttons that determine the direction in which the mobile robot will move and a separate interface which receives distance data (cm) from user that the robot will be moved along the relevant distance. For example, the Forward button on the first interface is submitted by user, the corresponding command saved to the database. Then, Raspberry Pi connects to the Web API, receives the control data and sends these data to the mobile robot system. Likewise, the control of the mobile robot has been accomplished by using the corresponding interface on the control panel successfully.

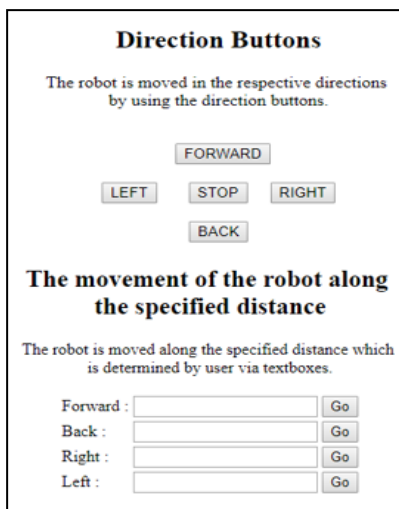


Figure 16. Control Panel on the Web Page.

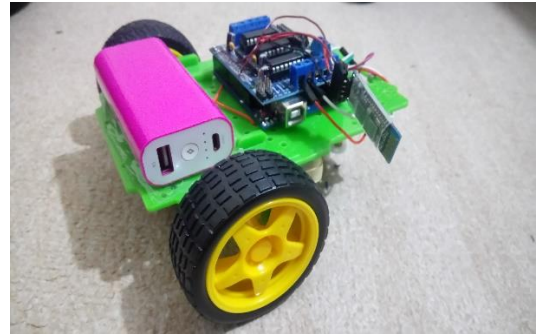


Figure 17. Image of the Mobile Robot

References

- Wang, S., Zhao, H. and Hao, X., 2015, November. Design of an intelligent housekeeping robot based on IOT. In 2015 International Conference on Intelligent Informatics and Biomedical Sciences (ICIIBMS), (pp. 197-200). IEEE.
- Vanitha, M., Selvalakshmi, M. and Selvarasu, R., 2016, March. Monitoring and controlling of mobile robot via internet through raspberry Pi board. In 2016 Second International Conference on Science Technology Engineering and Management (ICONSTEM) (pp. 462-466). IEEE.
- SRIVIDHYA, S., KUMAR, G.D., MANIVANNAN, J., RIHFATH, V.M.W. and RAGUNATHAN, K., 2018, February. IoT Based Vigilance Robot using Gesture Control. In 2018 Second International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC) (pp. 1065-1072). IEEE.
- Park, Y., Choi, J. and Choi, J., 2016, August. A system architecture to control robot through the acquisition of sensory data in IoT environments. In 2016 13th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI) (pp. 749-752). IEEE.
- Marroquin, A., Gomez, A. and Paz, A., 2017, October. Design and implementation of explorer mobile robot controlled remotely using IoT technology. In 2017 CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON) (pp. 1-7). IEEE.
- Trichkova, E., 2005, February. Application of PHP and MySQL for search and retrieval Web services in Web information systems. In Proceedings of First International Conference on Information Systems & Datagrids, Sofia, Bulgaria.
- ALTINPULLUK, H., 2018. Nesnelerin interneti teknolojisinin eğitim ortamlarında kullanımı. Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi, 4(1), pp.94-111.
- Karahan, O., Hökelek, H., 2019, September. IOT-based robot controlling using Raspberry Pi. In 2019 10th International Symposium on Intelligent and Manufacturing Systems (pp. 706-716).



Bir Montaj Parçasının Derin Öğrenme ve Görüntü İşleme ile Tespiti

Gültekin Çağıl^{1*}  Büşra Yıldırım² 

^{1,2} Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye

Öz

Bu çalışma; kapı, pencere ve kış bahçesi üretimi yapılan bir firmada, montaj projelerinde kullanılmakta olan aksesuarların kamera tespiti ile adedini belirlemek üzere yapılmış ve çalışmada görüntü işleme ve derin öğrenmeye dayalı nesne tespiti yöntemlerinden yararlanılmış, çalışmada Google Colab Platformu, Python Programlama Dili, OpenCV kütüphanesi kullanılmıştır. Öncelikle, ilgili parçaya ilişkin fotoğraf görüntüleri çekilip, LabelImg Grafiksel Resim Ekleme Aracı ile etiketleme işlemi yapılmış ve programdan parçanın koordinatları metin dosyası halinde elde edilmiştir. Bu çıktılar test ve eğitim verisi olarak ikiye ayrılmıştır. Bu çıktılar, Google Colab Platformuna aktarılmış, Yolo Algoritması ile eğitim işlemi yapılmış, eğitim sonunda OpenCV Kütüphanesi kullanılarak hem kameraya erişim hem de parça sayım işlemi gerçekleştirilmiştir. İlgili firma yurtdışına müşteri isteğine bağlı olarak farklı projeler ve bu projelerin yanında çeşitli aksesuar parçaları göndermektedir. Aksesuar parçalarının her biri için ayrı bir kod bulunmaktadır. İşe yeni başlayan işçiler için bu ürünleri tanımak, kodlarını ezberlemek zaman alıcı ve yorucu bir iştir. Alışma sürecinde montaj prosesinde çalışan işçi, proje mühendislerinin hazırladığı kâğıt üzerinde bulunan, oluşturulacak üründe gönderilecek aksesuarların kodlarını bilmediğinden, bunu araştırmak için ekstra bir zaman harcayacak, bazen hatalara ve verimsizliğe neden olacaktır. Çalışmada verimsizliği önlemek ve hatalardan dolayı ortaya çıkacak olan maliyetleri ortadan kaldırmak amacıyla Görüntü İşleme ve Derin Öğrenme yöntemleri kullanılmış, çalışma neticesinde uygun sonuçlara ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Derin Öğrenme, Görüntü İşleme, OpenCV Kütüphanesi, Google Colab Platformu, Yolo Algoritması

Detection of an Assembly Part with Deep Learning and Image Processing

Abstract

This study was carried out to determine the number of accessories used in assembly projects at a company that produces doors, windows and winter gardens by using camera detection. For this purpose, object detection methods based on image processing and deep learning were used. Throughout the study, Google Colab Platform, Python Programming Language, OpenCV Library were used, thus, the detection and counting of the accessory parts in production were performed. First of all, photographs of the related parts were taken, labeling was done with the LabelImg graphic image insertion tool and the coordinates of the parts were obtained from the program as a text file. The outputs were divided into test and training data. Those outputs were transferred to the Google Colab Platform, training was carried out with the Yolo algorithm and at the end of the training, both camera access and part counting were performed using the OpenCV Library. Depending on the customer's request, the related company sends different projects and various accessory parts besides these projects. There is a separate code for each of the accessory part. It is time-consuming and tiring for the new workers to recognize these accessories and memorize their codes. It will require extra time for a new worker in the adaptation period to investigate the codes of the accessories that will be sent out on the paper prepared by the project engineers in the assembly process. Sometimes it will even cause mistakes and it will result in inefficiency. To prevent inefficiency in the assembly process and eliminate extra costs that may arise due to mistakes, Image Processing and Deep Learning methods were decided to be used. Following this study, appropriate results were achieved.

Keywords: Deep Learning, Image Processing, OpenCV Library, Google Colab Platform, YOLO Algorithm

* Sorumlu yazar.
E-posta adresi: cagil@sakarya.edu.tr

Alındı : Mart 27, 2020
Revizyon : Ağustos 10, 2020
Kabul : Ağustos 14, 2020

1. Giriş (Introduction)

Günümüzde nesne tespiti için kullanılan yöntemlerin uygulamaları her alanda görülebilmektedir. Bu çalışmada, nesne tespiti ve görüntü işleme konusu ayrıntıyla incelenmiş, diğer nesne tanıma algoritmalarından daha hızlı ve güvenilir netice veren Yolo Algoritması incelenerek, uygulamaya konulmuş, sonuçlar Python Programlama Dili, OpenCV Kütüphanesi ve Darknet Sinir Ağı Çerçevesi kullanılarak Google Colab Platformu üzerinde elde edilmiştir.

İnsanlar daha önce bildikleri nesnelere tanımlanmışlardır. Günümüzde bilgisayarların da tıpkı insanlar gibi nesnelere tanımasına yoğun bir şekilde ihtiyaç görülmektedir. Nesne tespiti ve görüntü işleme için birçok hızlı ve doğru algoritmalar geliştirilmiş ve geliştirilmeye de devam edilmektedir. Görüntü işleme; elde bulunan bir probleme çözüm getirmek için ilgili görüntüyü dijital hale çevirip, çeşitli yöntemler kullanılarak görüntü üzerinde yapılan değişikliklerle istenilen çözümü elde etmek olarak tarif edilebilir. Derin öğrenme, bir makine öğrenme tekniğidir. Derin öğrenme ile etiketlenen veriler sayesinde tahminlerde bulunulmaktadır. Geliştirilen algoritmalar içinde günümüzde sık kullanılanlardan birisi de Yolo Algoritmasıdır. Yolo Algoritması diğer algoritmalara oranla nesneyi daha hızlı bir biçimde işlemekte ve tanımlanmaktadır. Bundan dolayı bu çalışmada, uygulamanın yapıldığı ilgili firmada tanıtılacak olan aksesuar parçası için Yolo Algoritması tercih edilmiş, OpenCV Kütüphanesi kullanılarak görüntü üzerinde bulunan aksesuar parçasının kaç adet olduğu tespit edilmiş, Google Colab Platformu ile de seçilen aksesuar parçasının bilgisayara tanıtılması için gerekli olan eğitim yapılarak uygulamaya geçilmiştir.

İlgili firmada çok sayıda çeşitli aksesuar bulunmaktadır ve hepsinin ayrı bir kodu vardır. Yeni gelen bir işçi kodları öğrenmede zorluk çekmekte ve hatalı durumların ortaya çıktığı görülebilmekte, sonucunda zaman ve para kaybına neden olabilmektedir. Çalışmada yukarıda bahsedilen yöntemler kullanılarak bu olumsuzlukların önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Bilinmektedir ki artık bilgisayarlar insanlardan daha hızlı öğrenmekte ve hata yapma olasılığı insana kıyasla daha az olmaktadır. Bunda görüntü işleme ve nesne tespiti ile kullanılan yöntemlerin payı oldukça büyüktür.

Pu ve arkadaşları (2020)'de Faster-RCNN, R-FCN, SSD ve YOLO v3 algoritmalarını kullanarak çıkan yangınların erkenden tespit edilip kayıpların önlenmesi adına bir sistem geliştirmişlerdir. Çalışmalarında algoritmaları eğitmek için belli kurumlardan ve internetten aldıkları 29.180 adet yangın görüntülerini kullanmışlardır. Görüntüleri etiketleme işlemlerini 4 kategoriye ayırarak gerçekleştirmişlerdir. Bu 4 kategori şu şekildedir; yangın, duman, yangına benzeyen ve dumana benzeyen. Veri setindeki yangın görüntülerinin sayısı 13.400'dür. Veri seti 9695 "ateş" ve 7442

"duman" nesnesi içermektedir. Ayrıca, veri setinde yangın içermeyen 15.780 görüntü bulunmaktadır. Bu çalışma için, veri setindeki görüntülerin %50'sini eğitim %50'sini test olarak kullanılmışlardır. Eğitimi kullanılan 4 algoritma için ayrı ayrı gerçekleştirmişlerdir. Karşılaştırma sonucunda YOLO v3 algoritmasının görüntülerdeki yangını %83,7 doğrulukla en hızlı şekilde tespit ettiği sonucuna ulaşmışlardır.

Hendry ve arkadaşları (2019)'da Yolo Algoritması ve Darknet Sinir Ağı Çerçevesini kullanarak otomatik araç plakası tespit edilmesiyle ilgili bir sistem geliştirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada Sliding-Window Single Class Detection (Kayan-Pencere Tek Sınıf Tespiti) yaklaşımını kullanmışlardır. Burada kayan pencerelerin hesaplanması için 25 harften (Tayvan plakalarında 0 ve sıfır aynıdır), 10 rakamdan ve bir plaka etiketinden, yani toplamda 36 sınıf etiketinden karakter kullanmışlar ve BBox Etiketleme Aracı ile eğitimde rol alacak her karakteri sınırlayıcı kutular çizerek etiketlemişlerdir. Bir görüntüde birden fazla sınırlayıcı kutu bulunabilmektedir ve onlar bir sınıf etiketinin bir eğitim modeline ait olduğu tek bir sınıf tespit modelini kullanarak çalışmalarını yürütmüşlerdir. Kurdukları sistemde BBox Etiketleme Aracının çıktı değerleri Yolo formatına uygun olmadığından, bu değerleri Yolo formatına uygun hale getirmişlerdir. Böylece etiketleme sonucu elde edilen çıktı değerlerini kayan pencere tek sınıf tespiti yaklaşımı ile Yolo'ya yerleştirmişlerdir. Geliştirdikleri sistem, bir görüntüde bulunan tüm nesnelere tespit ettikten sonra plakanın lokasyonunu tanımlamaktadır. Bu sistemi eğitmek için Tayvan araç plakalarının bulunduğu 2049 adet resimden oluşan AOLP veri setini kullanmışlardır. Çalışma sonunda 2000 eğitim adımından sonra sistem plaka algılamada %98.22, plaka tanımda ise %78 doğruluk sağlamıştır.

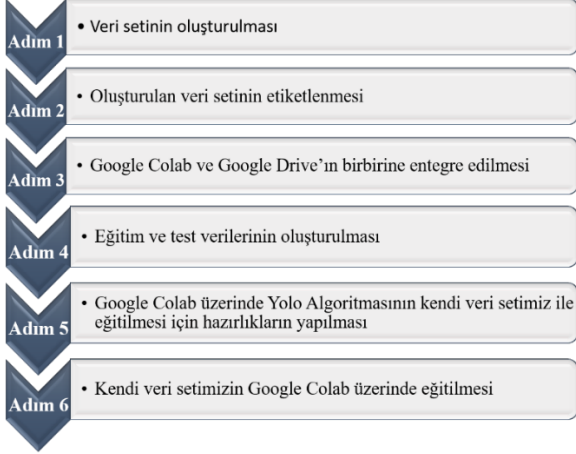
Shinde ve arkadaşları (2018)'de Yolo tabanlı insan eylemi tanıma ve lokasyonunu belirme üzerine bir sistem geliştirmişlerdir. Sistemi eğitmek için LİRİS insan faaliyetleri veri setini kullanmışlar ve bu veri setini Yolo için kullanılabilir etiket dosyalarına dönüştürmüşlerdir. Yapılan bu çalışmada bir video dizisinden periyodik kareler işlemişler ve insan-insan, insan-nesne, insan-insan-nesne etkileşimlerini içeren 10 adet görsel açıklamalı eylem kullanmışlardır. Çalışma süresince kullandıkları veri seti 167 videodan 367 eylem içermektedir. Geliştirdikleri sistemi, eğitim için ayırdıkları veri setinden uygun hareket içeren kareler kullanarak eğitmişler ve bu süreçte her iterasyon 5.25 saniye sürmüş, 40000 iterasyon ile eğitim sonlanmıştır. Çalışma sonunda test için sistemin çerçevedeki hareketi tanınması ortalama 61 ms sürdüğünü görmüşler ve elde edilen doğruluk oranını %88.372 bulmuşlardır.

2. Materyal ve Yöntem (Material and Method)

Bu çalışma kapı, pencere ve kış bahçesi üretimi yapan bir firmada gerçekleştirilmiştir. Firmada projelerde kullanılan bir aksesuar parçası Görüntü

İşleme ve Derin Öğrenme yöntemleri ile tespit edilmiş ve sayımı yapılmıştır. Çünkü yeni giren işçiler için aksesuar parça kodlarını öğrenmek zaman alan bir iştir ve öğrenme sürecinde hatalar ortaya çıkabilmektedir.

Bundan dolayı belirlenen aksesuar parçası üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Yukarıda bahsedilen problemin çözümü için Şekil 1'deki adımlar sırayla uygulanarak çözüm elde edilmiştir.



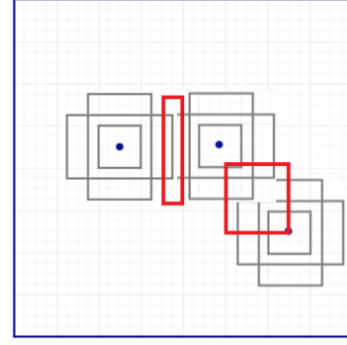
Şekil 1. Problemin çözümü için takip edilecek aşamalar (Stages for the solution of the problem)

2.1. Yolo Algoritması (Yolo Algorithm)

Yolo (You Look Only Once) "sadece bir kere bak" demektir ve son zamanlarda ortaya çıkmış, nesne tespitinde kullanılan bir algoritma olup gerçek zamanlı görüntü işleme için kullanılan bir nesne algılama sistemidir.

Yolo Algoritması diğer algoritmalara oranla hızlı tahmin yapabilmektedir. Nedeni şudur: Yolo resme tek bir CNN (Convolutional Neural Network, Evrimsel Sinir Ağları) uygulayıp, resmi ızgaralara böler, sınırlayıcı kutular ve ilgili güven puanının tahminini her ızgara için hesaplar, sınırlayıcı kutular tahmin edilen güven puanı ile analiz edilir (Shindea-Kotharia-Gupta, 2018).

Yolo gerçek zamanlı işleme için hedeflenen konvolüsyonel bir sinir ağı nesnesi algılama sistemidir. Şekil 2. Yolo algoritmasının kurallarının, bir görüntüdeki nesnelerin algılanmasını nasıl sınırladığını göstermektedir. Bu sınırlar, tespit edilen nesneler arasındaki kalın dikdörtgenler ile gösterilir. (Hendry-Ching Chen, 2019) Yolo'nun giriş görüntülerini $N * N$ ızgara hücrelerine bölmektedir. Her bir ızgara hücresi yalnızca bir nesneyi ve sabit sayıda sınır kutusu tahmin eder. Mavi nokta, gri sınırlayıcı kutularla çevrili algılanan nesnenin merkezidir.



Şekil 2. Yolo algoritmasının ızgara hücrelerinde çalışma prensibi (Working principle of Yolo algorithm in grid cell)

Yolo algoritması görüntüleri yaklaşık 40-90 FPS (Frames per second, saniye başına kare)'de işleyebilir. Bundan dolayı diğer yöntemlere göre oldukça hızlıdır. Bu bir videonun gerçek zamanlı olarak birkaç milisaniye gecikme ile Yolo Algoritması tarafından işlenebileceğini gösterir (Shindea-Kothari-Gupta, 2018).

Diğer bir nesne tespiti yöntemi olan R-CNN ile karşılaştırıldığında Yolo, R-CNN'den 1000 kat daha, Faster R-CNN ile karşılaştırıldığında ise 100 kat daha hızlı olduğunu söylenmektedir (Shindea-Kothari-Gupta, 2018).

2.2. Nesne Tespiti ve Derin Öğrenme (Object Detection and Deep Learning)

Nesne tespiti nesnenin ait olduğu sınıfın örneğini belirleme prosedürüdür (R.Pathak-Pandey-Rautaray, 2018).

Nesne tespitinin amacı, görüntüdeki nesnelere etiketleyerek nesnelerin yerlerinin tahminin yapılmasıdır (Shafiee-Chywl-Li-Wong, 2017).

Görüntü sınıflandırma, nesne tespiti ve doğal dil işleme alanlarındaki gelişmelerden dolayı derin öğrenme günümüzde çok kullanılan bir sözcük haline gelmiştir. Derin öğrenmenin popüleritesinin nedenleri, büyük veri setlerinin ve grafik işleme birimlerinin kullanılabilirliğidir. Derin öğrenmede eğitim için büyük veri kümelerine ve güçlü kaynaklara ihtiyaç vardır. Gerekli olan bu iki faktör şu anki dönemde mevcut olarak bulunmaktadır (R.Pathak-Pandey-Rautaray, 2018).

2.3. Google Colab Platformu (Google Colab Platform)

Google Colab'tan bahsetmeden önce Jupyter Notebook'u tanıtmak gerekir. Jupyter, çeşitli yazılım dillerini ve kütüphanelerini birleştiren açık kaynaklı ve tarayıcı tabanlı bir araçtır. Google Colab ise Jupyter Notebook'lara dayalı makine öğrenmesi ve eğitimini yaygınlaştırmak amacıyla oluşturulan bir bulut hizmetidir. Derin öğrenme için tamamen yapılandırılmış bir runtime ve güçlü bir GPU

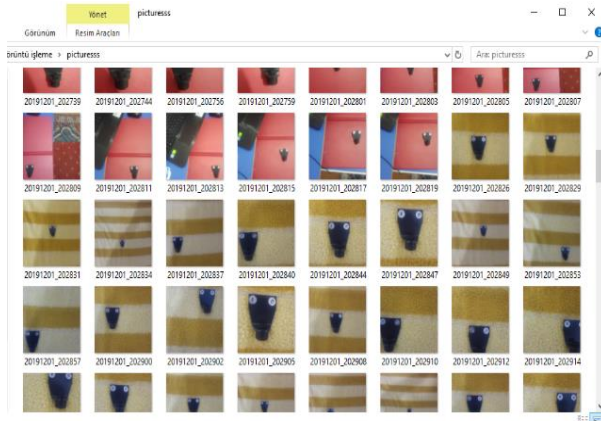
kullanımına ücretsiz erişim sağlar (Carneiro- N6Brega- Nepomuceno- Bian- Albuquerque- Filho, 2018).

3. Önerilen Yöntem (Proposed Method)

Şekil 1.'de verilen problemin çözümü için uygulanacak adımlar bu kısımda detaylı olarak açıklanmıştır.

3.1. Veri Setinin oluşturulması (Creating of a Dataset)

İlk olarak tanıtılması istenilen aksesuar parçası, ilgili firmadaki depodan seçilmiş olup bu parçanın, farklı arka planlarda ve farklı açılarda 312 adet fotoğrafı çekilmiştir. Parçanın farklı arka plan ve açılarda fotoğraflarının çekilmesinin nedeni, programın uygulama sonucunda herhangi bir ortam fark etmeksizin nesneyi tanıma olasılığının yüksek olmasının istenmesidir.



Şekil 3. Veri setinin oluşturulması (Creation of dataset)

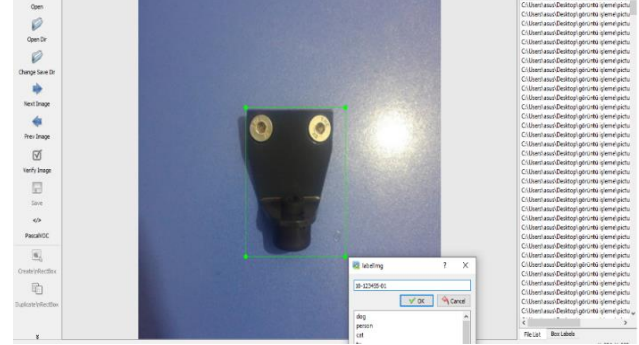
Fotoğrafları çekme işleminin bitmesinin ardından, PhotoScape uygulaması kullanılarak boyutları 416x416 piksel haline getirilmiştir. Aslında piksel sayısı artıkaça program daha tutarlı bir sonuç vermekte ama eğitim zorlaşmaktadır. Çünkü, örnek olarak; çekilen fotoğraflar 600x600 piksel olarak ayarlandığında program 360000 parametre kullanmak zorunda kalmakta, bu da eğitimin zorlaşmasına neden olmaktadır. Fotoğraflar 416x416 piksel haline dönüştürülerek programın 173056 parametre ile çalışması sağlanmış, böylece eğitim süreci kolaylaştırılmıştır.

3.2 Oluşturulan Veri Setinin Etiketlenmesi (Tagging The Created Dataset)

Çekilen fotoğrafların etiketlenerek koordinatlarının belirlenmesini sağlamak amacıyla LabelImg programı kullanılmıştır.

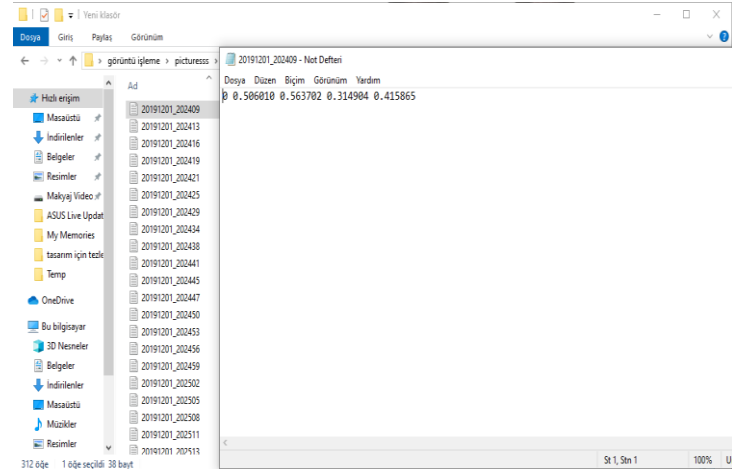
Programın açılmasının ardından "OpenDir" butonuna tıklayarak tüm görüntülerin bulunduğu dosya seçilmiş ve bütün görüntüler programa eklenmiştir. Etiketleme işlemine başlanmadan önce "PascalVOC"

formatı "Yolo" formatına dönüştürülmüştür. Daha sonra tüm görüntüler tek tek etiketlenerek görüntüde bulunan aksesuar parçasına ait kod girilmiştir. Etiketleme yaparken görüntüdeki parçanın sınırlarının fazla aşılmasına dikkat edilmiştir. Çünkü parça sınırları fazla aşırsa algoritmanın nesneyi tanıma olasılığı düşecektir.



Şekil 4. Görüntüleri etiketleme işlemi (The process of tagging images)

Etiketleme işleminin sonunda bütün etiketli formatta bulunan görüntüler kaydedilmiş ve etiketlenen her bir görüntünün koordinatlarının metin dosyası halinde bulunduğu bir klasör oluşmuştur.



Şekil 5. Etiketli görüntülerin koordinatları (Coordinates of tagged images)

3.3 Google Colab ile Google Drive'in Birbirine Entegre Edilmesi (Integration Of Google Colab And Google Drive)

Bütün bu işlemlerin ardından Google Colab'ta eğitim hesabı açılmıştır. Bilgisayarda hem görüntülerin hem de etiketleme işlemi sonrasında oluşan metin dosyalarının bulunduğu klasör Google Drive'a yüklenmiştir. Bu klasörün Google Colab'a aktarımının yapılabilmesi için gerekli kodlar Google Colab üzerinde yazılarak Google Drive ile entegre hale getirilmiştir. Böylece bilgisayarda bulunan klasör artık Google Colab üzerinde de ulaşılabilir hale gelmiştir.

3.4 Eğitim ve Test Verilerinin Oluşturulması (Creating Of Training and Test Data)

Çalışmada kullanılan Yolo algoritmasını kendi verilerimiz ile eğitebilmemiz için bu verilerin test ve eğitim olmak üzere ikiye ayrılması gerekmektedir. Bundan dolayı çekilen görüntülerin yüzde 10'u test, yüzde 90'ı eğitim için kullanılmıştır. Test ve eğitimde kullanılacak görüntüler random olarak seçilmiştir. "test.txt" ile "train.txt" dosyalarında kullanılacak görüntüler belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan bilgisayar ile daha uyumlu olduğundan Yolo'nun tiny versiyonu seçilmiştir.



Şekil 6. Test ve eğitim verilerinin oluşturulması (Creation of test and training data)

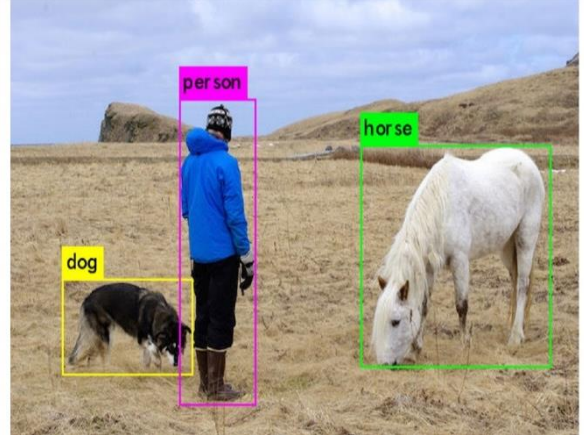
3.5 Google Colab Üzerinde Yolo'yu Kendi Veri Setimiz ile Eğitebilmek İçin Hazırlıkların Yapılması (Making Of Preparations To Train Yolo On Google Colab With Our Own Dataset)

Google Colab üzerinde Yolo algoritmasını ilk başta Yolo orijinal sitesinde bulunan başlangıç katsayıları ile eğitmemiz gereklidir ki kendi veri setimizin eğitimini başlatabilelim. Bunu için ilk olarak C ve CUDA ile yazılmış açık kaynaklı bir sinir ağı çerçevesi olan Darknet kurulmuştur.

Daha önceden veri setimizin bulunduğu klasörü Google Colab'a Google Drive aracılığı ile yüklemiştik. Bu klasör gerekli kodlar kullanılarak Darknet ile entegre hale getirilmiştir. Eğitim ve test olarak kullanacağımız görüntüleri random seçip test.txt ve train.txt dosyalarına atmıştık. Bu dosyalar gerekli kodlar yazılarak Google Colab'a yüklenmiştir. Yolo'nun kendi sitesinde bulunan başlangıç katsayıları Colab üzerine indirilmiştir.

Kendi veri setimizi eğitmeden önce görselleri göstermemize ve dosyaları yükleyip, indirmemize izin verecek olan fonksiyonlar tanımlanmıştır.

İnternette alınan örnek bir uygulama ile Yolo'nun çalışabilirliği test edilmiştir.



Şekil 7. Örnek uygulamanın çıktısı (Output of the sample application)

Bu test başarı ile sonuçlanmıştır. Resimde de görüldüğü gibi algoritma insanı, köpeği ve atı doğru bir şekilde tanımıştır.

3.6 Kendi Veri Setimizin Google Colab Üzerinde Eğitilmesi (Training Of Our Own Dataset On Google Colab)

Yolo'nun kendi sitesinden başlangıç katsayıları indirilmiştir ve bu katsayılar bir önceki adımda internetteki örnek bir uygulama ile eğitilmişti. Eğitilmiş katsayılar 1000.weights dosyasına kaydedilmiştir. Daha sonra kendi veri setimiz ile eğitim yapılmış, eğitim yaklaşık olarak 3 saat sürmüş ve 1000 iterasyon ile sonlanmıştır. Algoritma 1000 iterasyon sonunda eğitilmiş katsayıları 1000.weights dosyasına kendi kaydetmiştir. Eğitimin başından sonuna kadar iyileşmeler olduğu görülmüştür. Eğitim başında hata oranı 600'lerde iken eğitim sonrasında bu oran 0.2'lere kadar düşmüştür.

Eğitim sonunda elde edilen katsayılar kullanılarak algoritmanın çalışıp çalışmadığı Colab üzerinden gerekli kod yazılarak çekilen görüntülerden bir tanesi kullanılarak test edilmiş ve Yolo resimdeki 7 parçayı da doğru bir şekilde tanımıştır. Görüntüdeki 7 parça 262.58400 milisaniyede tahmin edilmiştir. Parçaların tahmin olasılıkları aşağıdaki gibidir:

```
data_for_colab/data/deneme4.jpg: Predicted in 262.584000 milli-seconds.
10-123456-01: 88%
10-123456-01: 97%
10-123456-01: 87%
10-123456-01: 18%
10-123456-01: 93%
10-123456-01: 16%
10-123456-01: 100%
10-123456-01: 95%
```

Şekil 8. Eğitimden sonra sistemi örnek görüntü ile test etme (Testing the system with a sample image after training)

Görüntü üzerinde Yolo'nun parçaları nasıl etiketlediğini de görmek istediğimizden aşağıdaki kod yazılarak görüntü alınmıştır.

```
[ ] imshow('predictions.jpg')
```



Şekil 9. Uygulama sonucunda elde edilen örnek bir çıktı (A sample output obtained as a result of the application)

Gerekli kodlar Python üzerinde yazılarak, aynı zamanda OpenCV kullanılarak kameraya erişilmiştir. Kendi eğittiğimiz katsayılar OpenCV'ye gönderilmiştir. OpenCV'nin DNN (Deep Neural Networks) modülü kullanılarak görüntüde bulunan nesnelere tahmin edilmiş, her bir nesnenin etrafına kutu çizilmiş ve Yolo'nun görüntü üzerinde kaç adet nesneyi tanıdığı çıktının üzerine yazılmıştır.

Kamera ile görüntü üzerinde test yapılabilmesi için Anaconda Prompt üzerine gerekli olan kod yazılıp çalıştırılmış ve kameraya bağlanılarak test yapılmıştır.

Yapılan test sonucunda Yolo'nun 4 adet parçanın dördünü de tanıyabildiği görülmüştür.



Şekil 10. Videodan gerçek zamanlı elde edilen çıktı (Real time output from the video)

Yapılan literatür taraması sonucu Yolo Algoritmasının Google Colab Platformu üzerinde bir örneği görülmemiştir. Bununla beraber Yolo Algoritması nesne tespiti için kullanılmış, eğitim sonunda tanıtılan nesnelere saydırılma işlemi ek olarak yapılmamıştır. Bu çalışmada Yolo Algoritmasının Google Colab Platformu üzerinde yazılmış olması ve tanıtılan parçanın OpenCV ile sayım işleminin yapılması, çalışmanın yenilikçi yaklaşımını göstermektedir.

4. Sonuçlar (Conclusions)

Üretim yapılan fabrikalarda genellikle üretilecek ürün için çok fazla alt malzeme grupları bulunmakta ve fabrikalar her malzemeye ayrı bir kod atamaktadır. İşe yeni başlayan işçiler için malzemeleri tanımak, kodlarını ezberlemek zaman alıcı ve yorucu bir iş olduğundan hatalar meydana gelebilmektedir.

Bu çalışmada hatalı durumları önleyebilmek adına belirlenen aksesuar parçası; Python Programlama Dili, Google Colab Platformu, Darknet Sinir Ağı Çerçevesi, LabelImg Resim Etiketleme Aracı, Yolo Algoritması ve OpenCV Görüntü İşleme Kütüphanesi kullanılarak bilgisayara tanıtılmıştır. Görüntü üzerindeki nesnelere Yolo Algoritması ile etiketlenip ilgili parça tespit ve test edilmiş, aynı zamanda bu işlem kamera kullanılarak gerçek zamanlı olarak da denenmiştir. Sistem çıktısında bulunan sayım işlemi Python üzerinde OpenCV kullanılarak yazılan kod ile yapılmıştır.

Uygulama sonunda kamera ile 25 deneme yapılmış ve 21 denemede sistem görüntü üzerinde bulunan parçaları tam olarak tanımıştır. Bu bilgiler ışığında çalışmanın %84 oranda doğru çalıştığı görülmüştür.

Oluşturulan bu sistemin ilgili firmada üretim hatlarında kullanılması, yurtdışına gönderilen yanlış parça durumlarını azaltarak çıkan ek maliyeti düşürecek, işçinin kodu ezberlememesinden kaynaklanan malzeme arama süresini azaltarak, üretimin verimliliğini arttıracaktır. Böylece firma katlandığı bazı olumsuz durumlardan kurtulacaktır.

Teşekkür (Acknowledgment)

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, vaktini ayırıp değerli bilgilerini bizim ile paylaşan, yardımlarını ve desteğini bir an olsun eksik etmeyen, çalışmanın gerçekleştirildiği firmanın IT Müdürü Nahsen KAYHAN'a teşekkürü borç biliriz.

Kaynaklar (References)

- Carneiro, T., Nóbrega, R.V.M., Nepomuceno, T., Bian, G., Albuquerque, V.H., Filho, P.D., (2018), "Performance Analysis of Google Colaboratory as a Tool for Accelerating Deep Learning Applications", Makale, IEEE Access, Cilt 6, Sayfa 61677-61685.
- Hendry, Rung, Chen C., (2019), "Automatic License Plate Recognition via sliding-window darknet-YOLO deep learning", Makale, Image and Vision Computing, Cilt 87,

Sayfa 47-56, Chaoyang University of Technology- Satya Wacana Christian University, Tayvan-Endonezya.

- Kunduracı M.F., (2019), “Görüntü İşleme Yöntemleri Kullanarak Araç Marka ve Modelinin Tespit Edilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Bilişim Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Li P., Zhao W., (2020), “Image fire detection algorithms based on convolutional neural networks”, Makale, Case Studies in Thermal Engineering, Cilt 19, Çin
- Pişkin(2016), <http://mesutpiskin.com/blog/opencv-nedir.html> . (25 Aralık 2018)
- Pogorelov, K., Riegler, M., Eskeland, S. L., Lange, T., Johansen, D., Griwodz, C., Schmidt P. T., Halvorsen, P., (2017), “Efficient disease detection in gastrointestinal videos – global features versus neural networks”, Makale, Multimedia Tools and Applications, Cilt 76, Sayfa 22493–22525, Norveç.
- R.Pathak, A., Pandey, M., Rautaray, S., (2018), “Application of Deep Learning for Object Detection”, Makale, Procedia Computer Science, Cilt 132, Sayfa 1706-1717, Hindistan.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., Farhadi, A., (2015), “You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection”, Makale.
- Shafiee, M. J., Chywl, B., Li, F., Wong, A., (2017), “Fast YOLO: A Fast You Only Look Once System for Real-time Embedded Object Detection in Video”, Makale, Kanada.
- Shinde, S., Kothari, A., Gupta, V., (2018), “YOLO based Human Action Recognition and Localization”, Makale, Procedia Computer Science, Cilt 133, Sayfa 831-838, Hindistan.
- <https://github.com/tzutalin/labelImg> (23.10.2019)
- <https://pjreddie.com/darknet/yolo/> (15.11.2019)



UHF-RFID Tabanlı Akıllı Kargo Yönetimi ve Gerçek Zamanlı Takip Yaklaşımı

Orhan Yaman^{1,*}  ve Mehmet Baygın² 

¹ Fırat Üniversitesi, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, 23119, Elazığ, Türkiye, orhanyaman@firat.edu.tr

² Ardahan Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 75000, Ardahan, Türkiye, mehmetbaygin@ardahan.edu.tr

Öz

RFID teknolojisi ortaya çıktığı ilk günden beri sürekli olarak gelişim göstermekte ve kullanıcılarına oldukça önemli avantajlar sunmaktadır. Nesnelerin İnterneti (IoT) kavramını gerçekleştirmede oldukça önemli bir yere sahip olan RFID etiketler günümüzde birçok endüstriyel alanda aktif olarak kullanılmaktadır. Bu etiketlerin içerisinde veri depolanabilmesi, uzaktan okunabilmesi ve internet teknolojisi ile beraber kullanılabilmesi en önemli avantajlarından. Bu çalışmada ise RFID etiketlerin farklı bir kullanım yönüne odaklanılmıştır. Önerilen sistemde hali hazırda kullanılan kargo yönetim sistemlerinin geliştirilmesi ile hız, kapasite ve verimliliklerinin artırılması amaçlanmıştır. Bilindiği üzere klasik kargo yönetim sistemlerinde genellikle barkod veya karekod türünde etiketler kullanılmakta ve bu etiketler bir el terminali aracılığıyla okunmaktadır. Bu sistemlerde gerçekleştirilen tüm işlemler sürekli olarak bir çalışanın paketleri okutması ve verilerin sisteme bu yolla aktarılması mantığına göre sağlanmaktadır. Önerilen bu yaklaşımda klasik barkod veya karekod etiketlerinin yerine UHF-RFID etiket kullanılması hedeflenmiştir. Sistemde kargo gönderi şubeleri, taşıma araçları ve transfer merkezleri UHF-RFID okuyucu antenler ile donatılarak, gönderilerin otomatik, hızlı ve güvenli bir şekilde okunabilmesi sağlanmıştır. Önerilen bu yaklaşım ile özellikle zaman yönünden önemli derecede verimlilik sağlanmıştır. Elde edilen bu verimlilik simülasyon çalışmaları ile doğrulanmış ve elde edilen sonuçlar klasik yöntemlerle karşılaştırılabilir olarak sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: UHF-RFID, Akıllı Kargo Yönetimi, Gerçek Zamanlı Takip.

UHF-RFID Based Smart Cargo Management and Real Time Tracking Approach

Abstract:

RFID technology has been developing continuously since its first day and it offers very important advances to its users. RFID tags, which have a very important place in realizing the Internet of Things (IoT) concept, are actively used in many industrial areas today. The most important advantages of these tags are that they can store data, be read remotely, and be used with internet technology. In this paper, it is focused on a different usage aspect of RFID tags. It is aimed to increase the speed, capacity and efficiency by developing the cargo management systems currently used in the proposed system. As it is known, in traditional cargo management systems, barcode or QR code tags are used and these tags are read through a hand terminal. All operations performed in these systems are provided according to the logic of an employee reading the packages and transferring the data to the system in this way. In this proposed approach, it is aimed to use UHF-RFID tags instead of classic barcode or QR code labels. In the system, cargo shipment branches, transportation vehicles and transfer centers are equipped with UHF-RFID reader antennas, allowing the shipments to be read automatically, quickly and safely. With this proposed approach, significant efficiency has been achieved especially in terms of time. This efficiency was confirmed by simulation studies and the obtained results are presented in comparison with classical methods.

Keywords: UHF-RFID, Smart Cargo Management, Real Time Tracking.

1. Giriş (Introduction)

RFID teknolojisi gündelik yaşantıya entegre olduğundan beri birçok farklı alanda tercih edilmeye başlanmış ve hayatı kolaylaştırma anlamında birçok avantaj sunmaya başlamıştır. Gerçekleştirilen

çalışmalarda, literatürde RFID tabanlı birçok çalışma mevcut olduğu görülmektedir (Figueroa, Añorga and Arrizabalaga, 2019; Chen *et al.*, 2020; Sun *et al.*, 2020). Bu gibi uygulamalar temelde Nesnelerin İnterneti (IoT) tabanlı çözümler olup, sensörlerden gelen verilerin güvenli bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır (Bibi *et al.*, 2017; Ali and Haseeb, 2019; Fahmy *et al.*, 2019). Bu

* Sorumlu yazar. Tel: Orhan Yaman. Tel: 0539 239 7353
E-posta adresi: orhanyaman@firat.edu.tr

Alındı : 2 Temmuz 2020
Revizyon : 25 Ağustos 2020
Kabul : 8 Eylül 2020

amaçla gerçekleştirilen çalışmaların birinde gıda sektörüne yönelik RFID ve IoT tabanlı bir yöntem önerilmiştir (Sun *et al.*, 2019). Çalışmada, likör tedarik zincirine otomatik olarak bilgi yüklemek için RFID okuyucuları kullanılmış ve veriler blok zincirde saklanmıştır. Bir diğer çalışmada (Emenike, Eyk and Hoffman, 2016), RFID teknolojisi soğuk zincir lojistiğinde kullanılmıştır. Bu çalışmada RFID tabanlı ısı sensörleri kullanılarak gerçek zamanlı izleme yapılmış ve soğuk zincir yönetimi gerçekleştirilmiştir. Çin özelinde gerçekleştirilen bir diğer çalışmada (Bai *et al.*, 2017), tarım hayvanlarının ve ürünlerin izlenebilmesi için RFID etiketler kullanılmıştır. Bilgi toplama, takip ve izleme olanağı sağlayan bu çalışma ile oldukça önemli başarılar sağlanmıştır.

RFID teknolojisi birçok farklı alanda aktif olarak kullanılmaktadır. Bu alanların başında da sağlık sektörü gelmektedir (Dwivedi *et al.*, 2019; Figueroa, Añorga and Arrizabalaga, 2019; Chen *et al.*, 2020). Sağlık sektörüne yönelik gerçekleştirilen bir çalışmada hasta takibi ve izlenmesi RFID teknolojisi yoluyla gerçekleştirilmiştir. Temel olarak yoğun bakımda yatan hastaların hayatını durumlarını incelemeye ve takip etmeye olanak sağlayan bu sistemde Near Field Communication (NFC) teknolojisinden faydalanılmıştır (Pérez, Dafonte and Gómez, 2018). Konu üzerine gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise sağlık bakımı alanında RFID teknolojisinin faydaları ve sınırlamaları incelenmiştir (Paaske *et al.*, 2017).

Diğer birçok alanda olduğu gibi kargo ve lojistik alanında da RFID teknolojisi kendisine oldukça geniş bir uygulama alanı bulmaktadır (Hsu, Shih and Wang, 2009; Wang, 2018; Wu and Huang, 2018; Giusti *et al.*,

2019). Bu alanda gerçekleştirilen bir çalışmada (Chang, Son and Oh, 2011), RFID tabanlı havayolu kargo izleme sistemi için tasarım ve uygulama geliştirilmiştir. Çalışmada takip ve izlemenin geliştirilmesi hedeflenmiş olup, elde edilen bilgiler RFID tabanlı takip sistemlerini geliştirme konusunda oldukça önemli faydalar sağlamaktadır. Lojistik alanında yapılan bir başka çalışmada ise (Baik *et al.*, 2017) depo stok yönetimi için RFID teknolojisi kullanılmıştır. Bu teknolojiye ek olarak insansız hava araçları da kullanılmış olup, hava lojistiği için bir uygulama geliştirilmiştir. Bir diğer çalışmada (Ratnasari and Haji, 2018), Endonezya bölgesinde tedarik zinciri yönetiminde yer alan ve en önemli aşamalardan birisi olarak lojistik kavramı incelenmiştir. Literatürde kargo, lojistik, tarım, gıda ve sağlık alanlarının dışında kalan endüstriyel alanlarda da RFID teknolojisi aktif olarak kullanılmaktadır. Bu alanlara ait literatür çalışmalarının kısa bir özeti Tablo 1'de sunulmuştur.

Gerçekleştirilen bu çalışmada önerilen yöntem ile UHF-RFID teknolojisi kargo takip ve yönetim sistemlerinde kullanılmış olup, bir simülasyon çalışması ile test edilmiştir. Önerilen bu sistem ile elde edilen bazı avantajlar maddeler halinde aşağıda verilmektedir:

- Tek tek barkod okuma yerine toplu halde paket okuma işlemi,
- Etikete gömülmüş bilgiler sayesinde paket ve kişi bilgilerinin korunması,
- UHF-RFID antenler sayesinde anlık takip sağlayabilme ve zaman ile iş gücü tasarrufu elde edilebilmesidir.

Tablo 1. RFID yönetim teknolojilerine ait literatür çalışmaların özeti (Summary of literature studies on RFID management technologies)

Alan	Referans ve Yılı	Yöntem
Sağlık	(Amendola <i>et al.</i> , 2014; Pérez, Dafonte and Gómez, 2018)	Hasta takibi için RFID teknolojisi kullanımı
Gıda, Tarım	(Abad <i>et al.</i> , 2009) (Gandino <i>et al.</i> , 2007) (Tian, 2016) (Lee and Chan, 2009) (H and Awadalla, 2018)	Soğuk zincir gıdalarda RFID etiketi kullanımı Tarım gıda zincirinde takip ve izleme Tarım gıda zinciri için takip sistemi Ters yönde lojistik için RFID teknolojisi kullanımı
Kargo, Lojistik	(Bittencourt, Valente and Lobo, 2018) (Shi <i>et al.</i> , 2020) (Linares, Anumba and Roofigari-Esfahan, 2019)	Gerçek zamanlı kargo takip yönetim sistemi Brezilya limanlarında kargo araçları için yol kontrolü Seralarda malzeme taşımacılığı için Wi-Fi pozisyonlama Endüstride siber fiziksel sistem uygulanması
Endüstri	(Fernández-Caramés <i>et al.</i> , 2018)	Envanter ve izlenebilirlik uygulamaları için İHA ve RFID yöntemi

2. Kargo Sistemleri ve RFID Teknolojisi (Cargo Systems and RFID Technology)

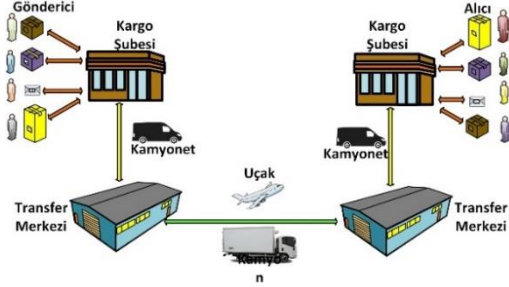
2.1. Kargo taşımacılığı (Cargo transportation)

Kargo taşımacılığı kavramı, herhangi bir malın bir yerden başka bir yere taşınması olarak adlandırılmaktadır. Kargo taşımacılığı, çok farklı ürünlerin taşınabilmesi sayesinde müşterilerine hizmet verebilen ve günümüzde insanlar için vazgeçilmez bir sistemdir. Son yıllarda kargo sistemlerinde yaşanan

gelişmeler, bu sistemlerin insanlar için daha çok tercih edilmesini sağlamıştır. Yurt içi sivil kargo taşımacılığı genellikle kara ve hava yolu ile yapılmaktadır (Elmastaş, 2006). Günümüzde yaygın olarak kullanılan kargo dağıtım sisteminin mimarisi Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1'de verilen kargo dağıtım mimarisine göre göndericiler kargo paketlerini kargo şubesine teslim ederler. Kargo şubesindeki görevliler kargonun

gönderici ve alıcı bilgilerini sisteme kaydederek bir barkod veya kare kod etiket oluştururlar.



Şekil 1. Kargo dağıtım sisteminin mimarisi (Architecture of the cargo distribution system)

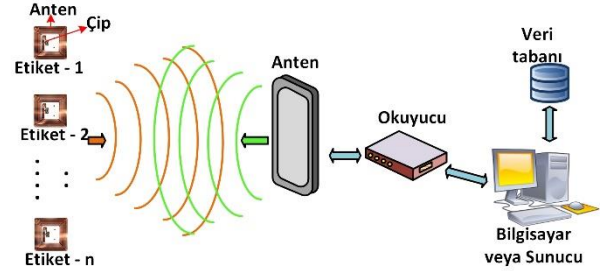
Günümüzde genellikle birçok il, ilçe ve semtte birden fazla kargo şubesi bulunmaktadır. Kargo şubeleri gün sonunda gönderilecek kargoları çeşitli araçlar vasıtasıyla transfer merkezlerine göndermektedir. Transfer merkezleri ise yurt içinde her ilde bulunmamaktadır. Genellikle belirli bölgelerde transfer merkezleri bulunmakta ve çevre illerdeki kargo şubeleri paketlerini bu transfer merkezlerine getirmektedir. Çevre illerden transfer merkezlerine getirilen kargolar hava veya karayolu ile ilgili bölgelerdeki transfer merkezlerine aktarılmaktadır. İlgili transfer merkezine gelen paketler kargo şubelerine göre sınıflandırılarak kamyonetler ile şubelere gönderilmektedir. Bu aşamadan sonra şubelere gelen paketler alıcılara teslim edilmektedir. Kargonun gönderilmesi ve teslim edilmesi sürecindeki her adımlarda barkod veya kare kod etiketleri okunarak sisteme kaydedilmektedir. Böylece gönderici ve alıcıların paketleri hakkında bilgi alabilmesi sağlanmaktadır.

2.2. RFID teknolojisi (RFID technology)

Temel olarak bir etiket üzerinde bulunan mikro işlemcinin, kimlik yapısı sayesinde radyo frekans ile izlenebilmesine RFID (Radio Frequency Identification) sistemi denilmektedir. RFID teknolojisi 1948 yılından beri kullanılmaktadır. Son yıllarda ortaya çıkan Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Akıllı Şehirler kavramı ile daha da yaygınlaşmıştır. RFID etiketler, üzerinde bulunan mikro işlemciler sayesinde yerleştirildiği ürünler hakkında birçok bilgiyi depolayabilmektedir. RFID sistemlerin öne çıkan en temel özelliklerinden biri

de GSM ve GPS gibi kablosuz bir kanal kullanılmaktadır. Ayrıca bu teknoloji manyetik kartlar gibi bazı hesaplama yeteneklerine de sahiptir. Bu manyetik sistem parmak izi, barkod, kare kod gibi diğer tanıma sistemlerinin altyapısına sahiptir.

RFID sistemleri üç ana bileşenden oluşmaktadır. Birinci bileşen, tanımlama verilerini içinde bulunduran RFID etiketi (transponder), ikinci bileşen kaydedilen veriler için etiket talep eden RFID okuyucusu (alıcı-verici) ve üçüncü bileşen ise RFID okuyucusu aracılığıyla toplanan verileri işleyen sunucu sistemidir. RFID sisteminin genel yapısı Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. RFID sisteminin genel yapısı (General structure of the RFID system)

RFID anteninden gönderilen radyo frekans dalgaları RFID etiket antenini algılayarak mikroçipe iletmektedir. Aktif hale gelen mikroçip, bünyesindeki bilgileri RFID antenine göndermektedir. RFID antenine gelen veriler okuyucu aracılığı ile bilgisayara veya sunucuya iletilmektedir.

RFID sistemler Frekans türlerine göre beş ana sınıftan oluşmaktadır. Low Frequency (LF), High Frequency (HF), Very High Frequency (VHF), Ultra High Frequency (UHF) ve Microwave dir. Low Frequency 125-135 KHz frekans aralığında, High Frequency 13.56 MHz frekansında, Very High Frequency 433 MHz frekansında, Ultra High Frequency 868-930 MHz frekans aralığında ve Microwave 2.45 GHz ile 5.8 GHz frekanslarında çalışmaktadır (Kavas, 2007). RFID sisteminin kullanım alanlarına göre farklı türleri tercih edilmektedir. RFID sistemler barkod, karekod, optik karakter tanıma ve akıllı kartlar ile karşılaştırıldığında uygulama alanlarına göre avantajlı olduğu görülmektedir. RFID tabanlı sistemlerin diğer teknolojiler ile karşılaştırılması Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Literatürde kullanılan sistemler ile RFID karşılaştırması (Kavas, 2007) (Comparison of systems used in the literature with RFID)

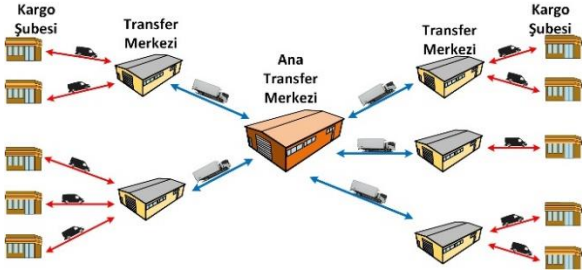
Sistem Parametreleri	Barkod	Optik Karakter Tanıma	Akıllı Kart	RFID Sistemler
Veri depolama (bytes)	1-100	1-100	16-64k	8M
Veri yoğunluğu	Düşük	Düşük	Çok yüksek	Çok yüksek
Cihaz tarafından okunabilirlik	İyi	İyi	İyi	İyi
Göz ile okunabilirlik	Sınırlı	Basit	İmkânsız	İmkânsız
Kır/Rutubet etkisi	Çok yüksek	Çok yüksek	Mümkün	Etkisiz
Kılıf etkisi	Haberleşme yetersizliği	Haberleşme yetersizliği	-	Etkisiz
Yön ve pozisyon etkisi	Düşük	Düşük	Tek yönlü	Etkisiz
Kılıf zayıflatma	Sınırlı	Sınırlı	Kontaklar	Etkisi
Yetkisiz kopyalama/düzenleme	Önemsiz	Önemsiz	İmkânsız	İmkânsız
Okuma hızı	Düşük	Düşük	Düşük	Hızlı
Alıcı verici arası uzaklık	0-50 cm	<1cm tarayıcı	Doğrudan temas	0-5m mikrodalga

3. Materyal ve Yöntem (Material and Method)

Bu çalışma kapsamında literatürdeki kargo taşımacılığı sistemleri araştırılarak kargo sistemlerinin genel mimarileri hakkında bilgi edinilmiştir. Genel olarak karayolu ve havayolu taşımacılığı mevcuttur. Literatürde kargo taşımacılığı ile ilgili temel olarak 3 farklı senaryo mevcuttur (Elmastaş, 2006). Bu senaryolara ait detaylar alt bölümler halinde sunulmuştur. Bu senaryolar en çok tercih edilen kargo taşımacılığı mimarisidir. Günümüzde kargo taşımacılığında genellikle bir veya iki ana transfer merkezi bulunmaktadır. Bu ana transfer merkezleri karayolu veya havayolu kargo altyapısını kullanmaktadır. Tüm bu senaryolar ile ilgili detaylı bilgiler alt bölümler halinde sunulmuştur.

3.1. Durum 1 (Case 1)

Bir ana transfer merkezine sahip karayolu kargo mimarisi Şekil 3'te verilmiştir.

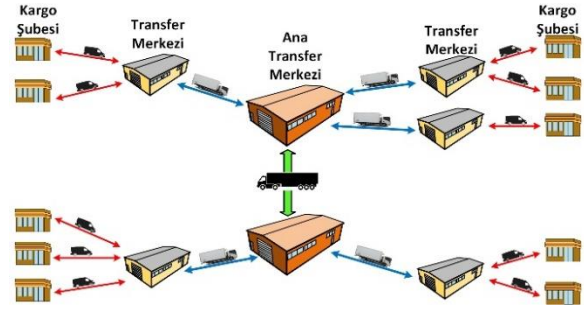


Şekil 3. Bir ana transfer merkezine sahip karayolu kargo mimarisi (Highway cargo architecture with a main transfer center)

Kargo sistemlerinde ilk önce müşteriler göndermek istedikleri paketleri kargo şubelerine getirmektedir. Kargo şubelerinde kayıt altına alınan bu paketler gönderilmeye hazır hale getirilir. Gün sonunda kargo şubelerinde toplanan paketler kamyonetler ile transfer merkezlerine aktarılmaktadır. Onlarca kargo şubelerinden gelen kargolar transfer merkezlerinde toplanarak büyük kamyonlar ile ana transfer merkezine aktarılmaktadır. Ana transfer merkezine gelen tüm paketler ayrıştırılarak hedeflerine uygun transfer merkezlerine iletilmektedir. Transfer merkezlerine gelen paketler alıcılara teslim edilmek üzere uygun kargo şubelerine gönderilmektedir.

3.2. Durum 2 (Case 2)

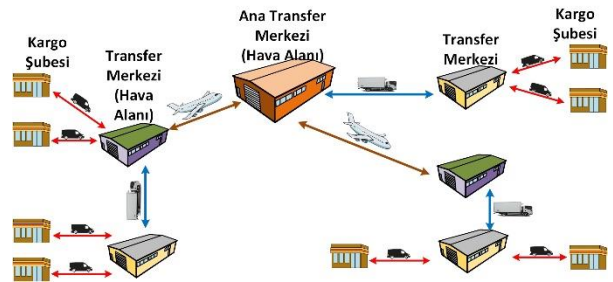
Bu senaryoda ise Durum 1'e göre iki ana transfer merkezi bulunmaktadır. Mevcut kargo ağ alanı iki ana bölgeye bölünerek taşımacılık planlaması yapılmaktadır. İki ana transfer merkezine sahip karayolu kargo mimarisi ise Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. İki ana transfer merkezine sahip karayolu kargo mimarisi (Highway cargo architecture with two main transfer centers)

3.3. Durum 3 (Case 3)

Bu senaryoda ise Durum 1 ve Durum 2 ye göre hem kara yolu hem de hava yolu ulaşımı kullanılmıştır. Kargo şubelerinden transfer merkezlerine gelen paketler ayrıştırılarak teslim edilecekleri noktanın uzaklığına göre karayolu veya havayolu ulaşımını kullanmaktadır. Bu senaryoda da bir ana transfer merkezi bulunmaktadır. Bir ana transfer merkezine sahip karayolu ve havayolu kargo mimarisi ise Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Bir ana transfer merkezine sahip karayolu ve havayolu kargo mimarisi (Highway and airline cargo architecture with a main transfer center)

3.4. Simülasyon Parametreleri (Simulation Parameters)

Bu çalışmada kullanılan üç farklı senaryo için RFID mimarisi önerilerek akıllı kargo yaklaşımı geliştirilmiştir. Önerilen yaklaşımın üç farklı senaryo için uygulanabilirliği açıklanmıştır. Önerilen yöntemin simülasyonu MATLAB ortamında yapılmıştır. Üç farklı senaryo için simülasyon parametreleri Tablo 3'te ki gibi belirlenmiştir.

Tablo 3'te verilen parametre değerleri literatür araştırmaları sonucunda belirlenmiştir. Kargo şubesi sayısı Durum 1 için 969, Durum 2 için 973 ve Durum 3 için 979 olarak belirlenmiştir. Transfer merkezi sayısı ise Durum 1 için 30, Durum 2 için 25 ve Durum 3 için 20 olarak belirlenmiştir. Ana transfer merkezi sayısı ise sırasıyla 1, 2 ve 1 olarak belirlenmiştir. Toplamda tüm Durumlar için 1000 adet hareket noktası tanımlanmıştır.

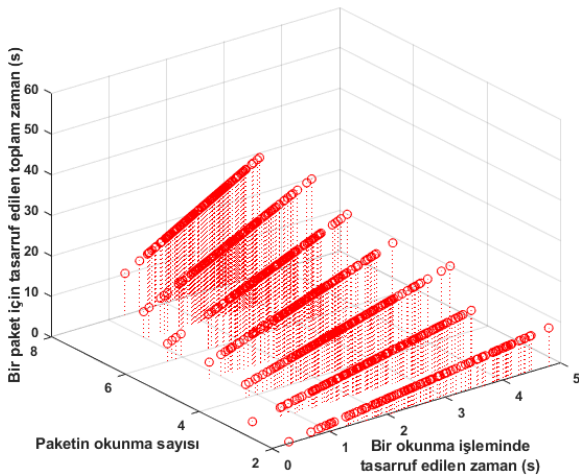
Yukarıdaki şekillerde verilen Durum 1, Durum 2 ve Durum 3 kargo modelleri yapısına göre 1 paket için en az okuma sayısı 2 olarak belirlenmiştir. Bir paket için en çok okunan sayısı Durum 1, Durum 2 ve Durum 3 için sırasıyla 8, 10 ve 12 olarak verilmiştir. Barkod okuma sisteminin RFID etiket sistemine göre daha fazla zaman aldığı bilindiğinden dolayı RFID etiket sisteminin tercih edilmesi ile bir paket için tasarruf edilen süre 5 saniye olarak belirlenmiştir. Simülasyonda üç Durum için de bir paket için tasarruf edilen süre 0 ile 5 saniye arasında rastgele seçilmektedir. 3 Durum için paket sayısı 1000 seçilerek simülasyon sonuçları alınmıştır.

Tablo 3. Senaryolar için belirlenen parametreler (Parameters set for scenarios)

	Durum 1	Durum 2	Durum 3
Kargo Şubesi Sayısı	969	973	979
Transfer Merkezi Sayısı	30	25	20
Ana Transfer Merkezi Sayısı	1	2	1
1 Paketin en az okunma sayısı	2	2	2
1 Paketin en çok okunma sayısı	8	10	12
1 Paketin okunmasında tasarruf edilen minimum süre (sn)	0	0	0
1 Paketin okunmasında tasarruf edilen maksimum süre (sn)	5	5	5
Test edilen maksimum paket sayısı	1000	1000	1000

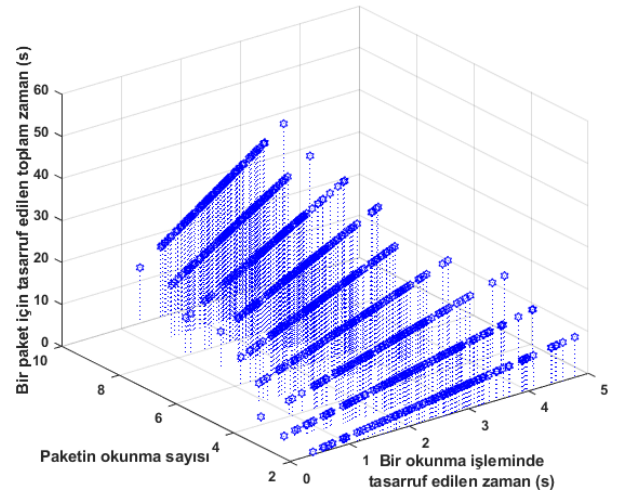
4. Bulgular ve Tartışma (Discussion and Results)

Tablo 3’ te verilen parametreler kullanılarak MATLAB ortamında tüm senaryolar simüle edilmiştir. 1000 paket için ve Durum 1 parametreleri kullanılarak elde edilen senaryo sonucu Şekil 6’da sunulmuştur.



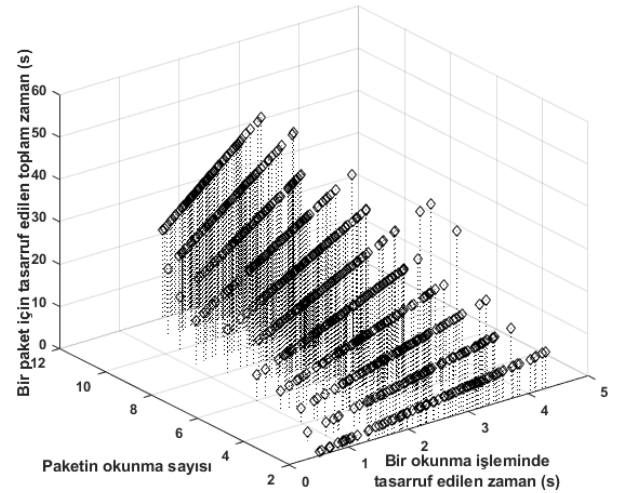
Şekil 6. Durum 1 senaryo sonucu (Case 1 scenario result)

Şekil 6’da görüldüğü gibi bir paket için toplamda 2 ile 8 arasında okunma sayısı mevcuttur. Bir paket en yakın şubeye gönderilecekse RFID etiketinin minimum 2, en uzun mesafedeki şubeye gönderilecekse maksimum 8 defa okunacağı ön görülmektedir. Paketin RFID etiketi okunurken barkod sistemine göre tasarruf edilecek süre 0 ile 5 saniye arasında rastgele belirlenmiştir. Şekil 6’dan da anlaşılacağı gibi paketin hangi şubeye gideceği yani RFID etiketinin okunma sayısı tasarruf etme zamanını doğru oranda etkilemektedir. Durum 2 parametreleri kullanılarak elde edilen senaryo sonucu Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Durum 2 senaryo sonucu (Case 2 scenario result)

Şekil 7’de verilen Durum 2 senaryo sonucuna göre RFID etiket okunma sayısı 2 ile 10 arasında değişmektedir. Burada RFID okunma sayısı Durum 1’e göre daha fazla olduğu için tasarruf edilen zaman da fazladır. Durum 3 parametreleri kullanılarak elde edilen senaryo sonucu Şekil 8’de sunulmuştur.



Şekil 8. Durum 3 senaryo sonucu (Case 3 scenario result)

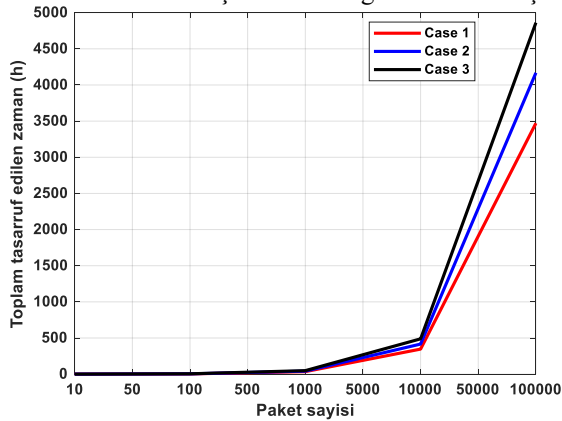
Şekil 8’de verilen Durum 3 senaryo sonucuna göre RFID etiket okunma sayısı 2 ile 12 arasında değişmektedir. Burada bir paket için RFID etiket okuma ihtimali Durum 1 ve Durum 2 ye göre daha fazla olduğu için tasarruf edilen zaman daha fazladır.

Bu çalışmada Durum 1, Durum 2 ve Durum 3 için geliştirilen simülasyon uygulaması, 1000 iterasyon boyunca çalıştırılarak bir paket için toplam tasarruf edilen zaman, ortalama okunma sayısı ve bir paketin bir defa okunmasındaki tasarruf edilen zamana ait sonuçlar elde edilmiş olup, Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. Tüm durumlar için elde edilen sonuçlar (Results for all scenarios)

		Durum 1	Durum 2	Durum 3
Bir paket için toplam tasarruf edilen zaman	Max	13.14	15.89	18.38
	Min	11.79	14.32	16.61
	Ort	12.49	14.99	17.48
	Std	0.18	0.23	0.28
Bir paketin ortalama okunma sayısı	Max	5.20	6.26	7.28
	Min	4.77	5.71	6.71
	Ort	4.99	5.99	6.99
	Std	0.06	0.08	0.09
Bir paketin bir defa okunmasındaki tasarruf edilen zaman	Max	2.58	2.57	2.56
	Min	2.42	2.43	2.43
	Ort	2.49	2.50	2.49
	Std	0.02	0.02	0.02

Tablo 4’ teki sonuçlar incelendiğinde bir paket için toplam tasarruf edilen zaman Durum 1’den Durum 3’e doğru gidildikçe artmaktadır. Bunun nedeni Durum 3’te toplam RFID etiket okunma sayısının diğer durumlardan daha fazla olmasıdır. Bir paketin okunma sayısı ve bir paketin bir defa okunmasındaki tasarruf edilen zaman Durum 1, Durum 2 ve Durum 3 için hesaplanarak 1000 iterasyon sonucundaki maksimum, minimum, ortalama standart ve sapma değerleri hesaplanmıştır. Durum 1, Durum 2 ve Durum 3 senaryoları için oluşturulan simülasyonda 10 ile 100000 paket arasında örnek durumlar kullanılarak toplam tasarruf edilen zaman Şekil 9’da ki gibi elde edilmiştir.



Şekil 9. Paket sayısına göre toplam tasarruf edilen zaman (Total time saved by the number of packages)

Şekil 9’da paket sayısına göre toplam tasarruf edilen zaman Durum 1, Durum 2 ve Durum 3 için 0 ile 1000 paket arası hesaplanmıştır. Bu grafikten de anlaşılacağı üzere paket sayısı arttıkça RFID etiket sistemlerinin de avantajı ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada barkod sistemi ile RFID sistemi arasındaki zaman tasarrufu 0 ile 5 saniye arasında seçilmiştir. RFID etiket sistemlerinde, barkod sisteminde olduğu gibi her paketin el terminali aracılığıyla tek tek temas ettirilip okutulmasına ihtiyaç yoktur. Raflarda veya yerde bir arada bulunan paketler toplu olarak kolayca okunabilmektedir. Böylece bir paketin okutulmasındaki zaman tasarrufunun 5 saniyeden de fazla olacağı öngörülmektedir.

RFID etiketler ilk bakışta maliyetli bir sistem gibi görünebilmektedir. Fakat elde edilen zaman ve iş gücü tasarrufu bu etiketlerin maliyetini göz ardı etmede yeterli olmaktadır. Ayrıca bu etiketlerin yeniden programlanabilmesi ve paketten kolayca ayrılacak hale getirilmesi sayesinde etiketlerde tekrar tekrar kullanılabilir. Bu sayede ön görülen maliyet sadece ilk yatırım aşamasında önemli hale gelecektir.

Hali hazırda ticari olarak kullanılan birçok RFID teknolojisi mevcuttur. Bu teknolojiler arasında özellikle UHF-RFID sisteminin tercih edilmesinin en önemli nedeni bu etiketlerin uzak mesafelerden antenler aracılığıyla okunabilmesidir. Özellikle paketlerin şubelerde ve transfer merkezlerinde toplu halde tutulduğu düşünüldüğünde, bu paketlerin bu alanlara girmesi halinde otomatik olarak okunabilmesi sağlanacaktır. Çalışma kapsamında önerilen bu sistemin sunduğu bazı avantajlar maddeler halinde aşağıda verildiği gibidir:

- Gönderici ve alıcı bilgilerinin 3. kişilere karşı korumaya alınması,
- Antenler aracılığıyla tek tek paket okuma yerine toplu ve hızlı okuma işlemi gerçekleştirilmesi,
- Şubede, taşıma aracında veya transfer merkezinde paketlerin anlık olarak izlenebilmesi,
- Paket okuma hızı sayesinde zaman ve iş gücü tasarrufu sağlanmasıdır.

5. Sonuçlar (Conclusions)

Kargo taşımacılığı işlemi, bir ürün veya malın noktadan noktaya teslim edilmesi işlemidir. Kargo yönetimi ise tüm bu işlemlerin oldukça hızlı, güvenilir ve problemsiz bir şekilde yerine getirilmesini amaçlayan süreçler bütünüdür. Temel olarak kişi veya kuruluşun paketini kargo şubesine teslim etmesiyle başlayan süreç, öncelikle aktarım merkezlerine gönderilmekte ve bu noktadan alıcıların bulunduğu şehre oradan ise yine gönderici ve alıcının talep ettiği şubeye doğru ilerlemektedir. Nihai olarak alıcı paketi teslim aldığı anda süreç tamamlanmakta ve işlemler sonlandırılmaktadır. Tüm bu işlemlerin ise en hızlı ve en kısa yoldan gerçekleştirilmesi oldukça önemli bir husustur. Bu amaç doğrultusunda gerçekleştirilen bu çalışmada,

gönderilerin taşınmasında, takip ve izlenmesinde kullanılan barkod veya kare kod gibi etiket sistemlerinin yerine UHF-RFID etiketlerin kullanılması önerilmiştir. Uzaktan okumaya olanak sağlayan bu sistem ile kargo şubesine, taşıma aracına veya aktarım merkezine giren her paket, otomatik bir şekilde okunabilmektedir. Temel olarak bu etiketleri okuyan antenler ile donatılan bu birimlerde, paketlerin üzerinde yer alan RFID etiketler sayesinde ürüne ait bilgiler otomatik bir şekilde çekilmekte ve hali hazırda kullanılan sistemde çekilen bilgiler eşleştirilmektedir. Çalışma kapsamında önerilen sistem kargo firmaları tarafından kullanılan sistemlere herhangi bir ek yük getirmemekte, sadece kullanılan barkod veya kare kod'un yerini almaktadır.

Önerilen sistem ile kişilik haklarının korunması kanunu kapsamında, gönderici ve alıcı kişilerin bilgileri RFID etiketlere gömüldüğü için, 3. kişiler tarafından okunabilmesi söz konusu değildir. Bu sayede kişilerin güvenliği de sağlanabilmektedir. Sistemin sunduğu en önemli avantajlardan birisi şüphesiz ki gönderilerin okunması işlemidir. Antenler aracılığıyla etiketler tam otomatik ve hızlı bir şekilde okunacağından dolayı, çalışanların bir el terminali aracılığıyla sürekli olarak barkod veya kare kodları okutmasına gerek kalmayacaktır. Şubeye, gönderi aracına veya aktarma merkezine giren her paket üzerinde yer alan RFID etiket sayesinde uzaktan okunacak ve gönderiye ait bilgiler doğrudan kargo yönetim sistemine aktararak güncelleme sağlanacaktır. Ayrıca çalışma kapsamında gerçekleştirilen simülasyon çalışmaları neticesinde de bu durum doğrulanmış ve barkod veya kare kod etiket yerine kullanılan RFID etiketler sayesinde önemli ölçüde zaman ve iş gücü tasarrufu sağlanacağı hesaplanmıştır. Toplam 3 farklı senaryonun simüle edildiği bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre her bir paketin bir okunmasında yaklaşık 2,5 sn avantaj sağlandığı tespit edilmiştir. Bu süre tek bir paket ve tek bir okuma için geçerlidir. Nitekim bir paketin en az okunma sayısı 2'dir. Buda ortalama 5 sn'ye ye tekabül etmektedir. Ayrıca kargo firmalarının tüm şubeleri ve günlük yapılan gönderi miktarları dikkate alındığında ortaya zaman ve iş gücü açısından büyük tasarruf oranları çıkmaktadır. Özellikle küçük paketlerin ve dosyaların toplu bir şekilde taşındığı düşünüldüğünde, bunların tek tek barkod okuyucu ile okutulması işlemi ortadan kalkmakta ve RFID okuyucular ile birkaç saniye içerisinde tüm paketlerin bilgileri ilgili sisteme aktarılabilir.

6. Gelecek Çalışmalar (Future Works)

Günümüzde kargo taşımacılığı dünyada birçok ülkede aktif olarak kullanılmakta ve gelişen teknolojiye bağlı olarak sürekli büyüme göstermektedir. Yaşanan teknolojik gelişmeler kargo yönetimi süreçlerini etkilemekte ve özellikle zaman ile iş gücü konusunda firmaların yeni geliştirmeler yapmasına olanak sağlamaktadır. Önerilen bu çalışmada UHF-RFID teknolojisinin kargo yönetim süreçlerine olan etkisi

simüle edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar oldukça tatmin edici olup, gelecek çalışmalara da yön verebilecek niteliktedir.

Bu kapsamda gelecek çalışmalarda önerilen yöntemin gerçek zamanlı olarak test edilmesi planlanmaktadır. Bu amaçla iki farklı karayolu aracına, iki farklı odaya (şubeler) ve daha önceden belirlenen bir lokasyona (ana transfer merkezi) UHF-RFID anten kurulması planlanmaktadır. Böylelikle önerilen yöntemin ilk test çalışmalarının yapılması ve simülasyondan elde edilen sonuçların gerçek zamanlı olarak doğrulanması hedeflenmektedir. Buradan elde edilecek sonuçlar neticesinde bir kargo firması ile anlaşma yapılarak demo testlerinin yapılması bir diğer gelecek çalışmalardandır.

Kaynaklar (References)

- Abad, E. et al. 2009 'RFID smart tag for traceability and cold chain monitoring of foods: Demonstration in an intercontinental fresh fish logistic chain', *Journal of Food Engineering*. Elsevier Ltd, 93(4), pp. 394–399. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2009.02.004.
- Ali, A. and Haseeb, M. 2019 'Radio frequency identification (RFID) technology as a strategic tool towards higher performance of supply chain operations in textile and apparel industry of Malaysia', *Uncertain Supply Chain Management*, 7(2), pp. 215–226. doi: 10.5267/j.uscm.2018.10.004.
- Amendola, S. et al. 2014 'RFID technology for IoT-based personal healthcare in smart spaces', *IEEE Internet of Things Journal*. IEEE, 1(2), pp. 144–152. doi: 10.1109/JIOT.2014.2313981.
- Bai, H. et al. 2017 'Traceability technologies for farm animals and their products in China', *Food Control*. Elsevier Ltd, 79, pp. 35–43. doi: 10.1016/j.foodcont.2017.02.040.
- Baik, N.-J. et al. 'A study of Location based Air Logistics Systems with Light-ID and RFID on Drone System for Air Cargo Warehouse Case', *International Journal of Internet, Broadcasting and Communication*, 9(4), pp. 31–37.
- Bibi, F. et al. 2017 'A review: RFID technology having sensing aptitudes for food industry and their contribution to tracking and monitoring of food products', *Trends in Food Science and Technology*. Elsevier Ltd, 62, pp. 91–103. doi: 10.1016/j.tifs.2017.01.013.
- Bittencourt, R., Valente, A. M. and Lobo, E. 2018 'Introducing a new support model for access control of road cargo vehicles at Brazilian ports through Radio Frequency Identification Technology (RFID)', *Urbe*, 10(3), pp. 576–586. doi: 10.1590/2175-3369.010.003.ao06.
- Chang, Y. S., Son, M. G. and Oh, C. H. 2011 'Design and implementation of RFID based air-cargo monitoring system', *Advanced Engineering Informatics*. Elsevier Ltd, 25(1), pp. 41–52. doi: 10.1016/j.aei.2010.05.004.
- Chen, X. et al. 2020 'Merging RFID and Blockchain Technologies to Accelerate Big Data Medical Research Based on Physiological Signals', *Journal of Healthcare Engineering*, 2020, pp. 1–17. doi: 10.1155/2020/2452683.

- Dwivedi, A. D. et al. 2019 'A decentralized privacy-preserving healthcare blockchain for IoT', *Sensors (Switzerland)*, 19(2), pp. 1–17. doi: 10.3390/s19020326.
- Elmastaş, S. 2006 Hub location problem for air-ground transportation systems with time restrictions. doi: 10.16258/j.cnki.1674-5906.2006.01.022.
- Emenike, C. C., Eyk, N. P. V. and Hoffman, A. J. 2016 'Improving Cold Chain Logistics through RFID temperature sensing and Predictive Modelling', *IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC. IEEE*, pp. 2331–2338. doi: 10.1109/ITSC.2016.7795932.
- Fahmy, A. et al. 2019 'Role of RFID technology in smart city applications', 2019 3rd International Conference on Communications, Signal Processing, and their Applications, ICCSPA 2019. IEEE, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICCSPA.2019.8713622.
- Fernández-Caramés, T. et al. 2018 'A UAV and Blockchain-Based System for Industry 4.0 Inventory and Traceability Applications', *Proceedings*, 4(1), p. 26. doi: 10.3390/ecsaa-5-05758.
- Figueroa, S., Añorga, J. and Arrizabalaga, S. 2019 'An attribute-based access control model in RFID systems based on blockchain decentralized applications for healthcare environments', *Computers*, 8(3), pp. 1–19. doi: 10.3390/computers8030057.
- Gandino, F. et al. 2007 'Analysis of an RFID-based information system for tracking and tracing in an agri-food chain', 2007 1st Annual RFID Eurasia, pp. 1–6. doi: 10.1109/RFIDEURASIA.2007.4368112.
- Giusti, I. et al. 2019 'Mitigation of human error consequences in general cargo handler logistics: Impact of RFID implementation', *Computers and Industrial Engineering. Elsevier*, 137(September), p. 106038. doi: 10.1016/j.cie.2019.106038.
- H, M. and Awadalla, A. 2018 'Real Time Shipment Tracking System Using RFID', *International Journal of Computers & Technology*, 17(1), pp. 7163–7180. doi: 10.24297/ijct.v17i1.7197.
- Hsu, C. I., Shih, H. H. and Wang, W. C. 2009 'Applying RFID to reduce delay in import cargo customs clearance process', *Computers and Industrial Engineering. Elsevier Ltd*, 57(2), pp. 506–519. doi: 10.1016/j.cie.2008.02.003.
- Kavas, A. 2007 'Radyo Frekans Tanımlam Sistemleri', *EMO-Elektrik mühendisliği*, (430), pp. 74–80.
- Lee, C. K. M. and Chan, T. M. 2009 'Development of RFID-based Reverse Logistics System', *Expert Systems with Applications. Elsevier Ltd*, 36(5), pp. 9299–9307. doi: 10.1016/j.eswa.2008.12.002.
- Linares, D. A., Anumba, C. and Roofigari-Esfahan, N. 2019 'Overview of Supporting Technologies for Cyber-Physical Systems Implementation in the AEC Industry', (June), pp. 495–504. doi: 10.1061/9780784482438.063.
- Paaske, S. et al. 2017 'The benefits and barriers to RFID technology in healthcare', *Online Journal of Nursing Informatics*, 21(2), pp. 1–10.
- Pérez, M. M., Dafonte, C. and Gómez, Á. 2018 'Traceability in patient healthcare through the integration of RFID technology in an ICU in a hospital', *Sensors (Switzerland)*, 18(5). doi: 10.3390/s18051627.
- Ratnasari, A. and Haji, W. H. 2018 'A Preliminary Study of Supply Chain Management for Logistics in Indonesia', *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology © 2018 IJSRCSEIT* |, 3(6), pp. 311–316.
- Shi, Y. et al. 2020 'A Wi-Fi positioning system for material transport in greenhouses', *Instrumentation Measure Metrologie*, 19(1), pp. 65–72. doi: 10.18280/i2m.190109.
- Sun, W. et al. 2019 'Application of Blockchain and RFID in Anti-counterfeiting Traceability of Liquor', 2019 IEEE 5th International Conference on Computer and Communications, ICC3 2019. IEEE, pp. 1248–1251. doi: 10.1109/ICC347050.2019.9064152.
- Sun, W. et al. 2020 'Application of Blockchain and RFID in Anti-counterfeiting Traceability of Liquor', 2019 IEEE 5th International Conference on Computer and Communications (ICC3). IEEE, pp. 1248–1251. doi: 10.1109/iccc47050.2019.9064152.
- Tian, F. 2016 'An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology', 2016 13th International Conference on Service Systems and Service Management, ICSSSM 2016. IEEE, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICSSSM.2016.7538424.
- Wang, L. 2018 'Application of wireless sensor network and RFID monitoring system in airport logistics', *International Journal of Online Engineering*, 14(1), pp. 89–103. doi: 10.3991/ijoe.v14i01.8058.
- Wu, Y. and Huang, L. 2018 'Design of dynamic surveillance system for port bulk cargo entering and leaving the warehouse based on RFID technology', in *ACM International Conference Proceeding Series*. New York, New York, USA: Association for Computing Machinery, pp. 615–619. doi: 10.1145/3297156.3297225.



Decentralization management in the context of Chinese history and modern financial services

Kai CHEN¹ 

¹Babes-Bolyai University, Romania

Abstract

The exploration of centralized and decentralized governance never stops along Chinese history from the agricultural and feudal society to modern digitalized ecosystem nowadays and the conflict between these two managerial ideologies in Chinese history is a conflict restricting but supporting each other. With the emergence of Bitcoin and the deployment of blockchain technology which is the technical infrastructure of cryptocurrencies, decentralized management attracted attention from various industries and domains especially traditional financial system. The practice of blockchain in payment, settlement, supply chain, insurance and other domains is in a critical moment with support from government and regulations. As the heterogeneity of social ideology and overall productivity in feudal society and contemporary society, we can understand the relationships between economy and managerial models, centralization and decentralization, and try to find efficient strategies challenges in decentralized management based on blockchain technology. Besides the thought-provoking changes brought by blockchain in financial services with the attractive characteristics including decentralization, transparency and immutability, the practical problems in deployment require people to do more research and experience new strategies. This paper aims to analyze the decentralization management based on Chinese history and modern financial services with theoretical study and analysis from the perspective of historical and economic development related to blockchain-enabled centralization and decentralization. With analysis of the application of blockchain in financial services, a better understanding of decentralization management is visible and meaningful for further research of blockchain technology-related projects.

Keywords: Decentralization, Centralization, Blockchain technology, Chinese history, financial services

1. Introduction

The dialectical thought applies to the antithetical attitude between Confucianism and Legalism in Chinese cultures, the paradox of openness and privacy in information management, as well as the relationship between centralization and decentralization in history. In Chinese, there is a sentence “分久必合,合久必分” which means the history of society obeys the rule that separates after long unification and unites after separation. In social ideology, this is the paradoxical relationship of centralization and decentralization. Rousseau (1762) claimed that man is innately good and should be given the tools to achieve perfection, and his Social Contract is the foundation of all legitimate authorities established in a decentralized model where the combination of every single man makes full use of their rights to the protection of people’s freedom. This

social governance is a typical decentralized governance. But the “social contract” of Hobbes (1651), who claimed that man was innately evil and need someone (a manager) to centralise and guide him. The natural basic state of humankind is one of anarchy. In this way, the social governance is in a centralized model and it applies to many societies for thousands of years in China and western countries. Here we have to make it clear that both centralized and decentralized governance have their strengths as well as weaknesses. The economic formation of society, productivity, and social ideology in a period can determine the governance way and the degree of decentralization. Maintaining the balance between the two and using their advantages to improve management are the goals for managers rather than neglecting one approach and only using the other.

The strength of centralization is the explicit union of justification, management, and high efficiency in work with the best use of all available resources; the weakness

* Corresponding Author. Phone: 40732601415
E-mail: kane201086@hotmail.com

Received : March 1, 2020
Revision : Aug 25, 2020
Accepted : Sep 8, 2020

is complex procedures influenced subjectively and the lack of restriction in power. Decentralization can make up for the weaknesses of centralization. Many wars were between two different autocratic forces, while wars are also used as the tools to explore democracy and freedom against autocracy and dictatorship. Autocracy is a symbol of centralization beneficial to social development at beginning while its problems gradually appeared. The development of decentralization follows the rules of history. Decentralization is challenging to achieve economically in a feudal society due to the limitations of the economic situation, population and technology.

Nevertheless, in the current financial system, the situation changed with the blockchain technology which brought surprising changes in many industries and people's future. In digital age, traditional management has difficulties in meeting the demands for openness, interoperability and decentralization of the Industrial 4.0 blockchain-based management of financial and other domains; new challenges require new approaches (Liu et al., 2019).

Trust is based not on explicit evaluations but on emotional responses and it is an intuitive, unconscious appraisal. Trust has three layers which are systematically related with each other in natural language and in the scientific literature. It is a mere mental attitude (prediction and evaluation) towards another individual or an agent. It is a decision to rely upon the other and it is a behaviour showing trust between the trustor and the trustee (Castelfranchi, 2004). Blockchain is a distributed ledger recording all executed transactions, and arguably the critical technology in changes the paradigm of trust that has existed for centuries whereby centralized institutions provide trust in our transactional systems (Niekerk, 2016). Blockchain technology is organized in a linear sequence of smaller encrypted datasets called 'blocks', which contain timestamped batches of transactions. Each block contains a reference to its preceding block and an answer to a complex mathematical puzzle, which validates the transactions it contains (Pazaitis et al., 2017). The advantages of this new technology including transparency, openness, and immutability, indicate the potential to become a new foundation for decentralized business models that reduce transaction costs, generate distributed trust, and empower decentralized platforms (Chen and Bellavitis, 2019).

This technology allows the disintermediation and decentralization of all transactions of any type between all parties on a global basis (Swan, 2015). Decentralization brings decision-making in several aspects closer to the people and therefore yields programmers and services that better address local needs (Work, 2002). Furthermore, it is a source for bottom-up participatory development, improving local governance and resulting in poverty reduction in rural areas (Ahmad and Talib, 2011). The financial services are an area

where decentralized reforms are happening, such as the tax reform in 1994 and the policies to promote the development of local infrastructures in China.

This paper is developed from the work presented in IMSS'19. The demonstration of the development of decentralization in different periods and the conflict with centralization in Chinese history are examined objectively together with the advantages and disadvantages of centralization and decentralization. The impact of centralization and decentralization to the economic growth and social development before, in feudal society, and contemporary Chinese financial service embodies tendency of decentralization. Based on the previous content, the theory knowledge of centralization, decentralization, blockchain technology is elaborated with more references from published articles, academic database, and several researchers and people working in blockchain projects. We add more analysis of the deployment of blockchain technology in financial area with comparisons between traditional and innovative blockchain-enabled payment, settlement as well as the insurance industry and securities domain. After the analysis, we present the suggestions for better understanding of the relationship of centralization and decentralization, the strategies dealing with the problems in decentralized blockchain projects in financial services.

2. Types of Decentralization

Decentralization has been an essential part of the economic growth of society as it tends to produce more democracy and efficiency. Whether in developing or developed countries, decentralization reform happens administration and finance. Generally speaking, there are four types of decentralization, including political, administrative, fiscal, and market decentralization.

Political decentralization means the power in the hands of a small group of people can be parcelled out to more people who are citizens or selected by citizens. Pluralistic politics and representative government are the characteristics of it. The decision made by more people can get more common ideas from citizens and meet the diverse interests from differential economic strata.

Administrative decentralization means the redistribution of authority and resources. Some functions are removed from the central government to local governments, subordinate units, related departments and organizations that are more familiar with the local situation. The traditional complicated organizing procedures are simplified or even eliminated for a high-efficiency administration in different areas.

Financial decentralization is the most popular and attractive type of decentralization as the result of its implementing reflects the economic development and social life most directly. Fiscal decentralization can take many forms, including

- a) self-financing or cost recovery through user charges;
- b) co-financing or co-production arrangements through which the users participate in providing services and infrastructure through monetary or labour contributions;
- c) expansion of local revenues through property or sales taxes, or indirect charges;
- d) intergovernmental transfers that shift general revenues from taxes collected by the central government to local governments for general or specific uses;
- e) authorization of municipal borrowing and the mobilization of either national or local government resources through loan guarantees (Fye, 2017).

Market decentralization is the ultimate goal of decentralization where the centralized organization gives the function of managing every aspect of the economy and the society to the market or economy. Private companies, community groups, cooperatives, and other non-government organizations have rights and responsibilities to make good decisions for market development. The power of government is almost equal to every private unit.

At present, the political and market decentralizations are impossible to achieve at the social and economic development levels. We should focus more on the benefits of administrative and fiscal decentralization deployment. For administrative decentralization, many policies and measures have been taken by the central government and organizations to maximize the advantages of local government, who are more familiar with the actual situation in various areas. Fiscal decentralization has also benefitted from practice. In the practice of decentralized management, centralized management is still keeping its essential role which is not replaced by decentralization.

For decentralization, according to the degree of decision rights of every members or department, it can be divided into three degrees: devolution, delegation and deconcentration.

- Devolution is the complete decentralization, and the power is decentralized from the management group to all members or departments.
- In delegation, the right to decide is divided between several semi-autonomous organizations.
- In deconcentration, the decision right is divided among other organizations, but the management class has the most rights (Buterin, 2017).

With the Blockchain and other cryptographic monies, the decentralization in internet technology and

financial services should have different meanings. According to Buterin (2017), there are three separate axes of centralization/decentralization that are independent of each other:

- 1) Architectural decentralization,
- 2) Political decentralization,
- 3) Logical decentralization.

Architectural decentralization means the number of physical computers in a blockchain system and the breaking down of some computers can still allow the blockchain work normally. Political decentralization is pertinent to individuals and organizations that manage and control the blockchain project system. In logical decentralization, the interface design and data structure should be like an amorphous swarm, and when the system is split into several parts, it can still have a function as independent units.

3. Development of Decentralization

There is a tradition about the earliest decentralization in the world, which happened before the historical origin of humans. The tradition states that the plants practised decentralization for survival. The plants' way of living can be seen as a decentralized model, while animals embody centralization: in order to live in a poor environment and in the competition with animals, plants gradually make themselves live in a decentralized model which means every plant cell can restore and restart when animals eat some plants part; whatever is left can restore and regrow. There is not an organ like an animal's brain to control all the other body organs and actions. The central animal brain gives orders and controls all the other body parts: the body structure is centralized. If the brain is damaged, the whole body suffers.

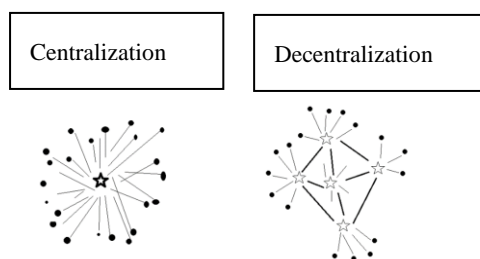
Both plants and animals have pros and cons. With centralization, animals have a relatively rapid reaction to stimulations and dangers, and powerful strengths in all body parts. However, if the central brain is damaged, the other parts, no matter how powerful they are, lose control and become nothing. Plants have slow reactions to dangerous stimulation but remain alive even after the destruction of some parts. Compared to the centralized development, decentralization is a very long and challenging process, whether in the evolution of plants or the research of blockchain application now. The most challenging issue comes from the emotional culture when people conduct decentralized governance in blockchain projects. Many practical questions are too complicated to use quantitative methods to solve.

In modern society, the conflict between centralization and decentralization is embodied in more diverse forms, and the internet field and financial services illustrate the struggle between the two managerial models. In the book *Out of Control: The New Biology of Machines, Social Systems, and the Economic*

World by Kelly (1994), the distributed internet and decentralization has been mentioned and explained in detail: there is no mandatory centralized control; intelligence is not organized in a centralized structure, but more like a bee-hive of small, simple components, with robust connections between them (Kelly, 1994). The first deployment of blockchain technology in payment appeared in 2009 by means of Bitcoin that is a peer-to-peer payment system. Nowadays, blockchain technology has made the decentralized financial system come true with the peer-to-peer value transaction, distributed databases, distributed ledgers, smart contracts, and encrypted digital currencies. The core of blockchain technology is to have a distributed ledger in an asymmetric internet-based world through encryption algorithms rather than the endorsement from government or business. It is important to understand that decentralization is only a method and a process rather than the utmost goal of management. It is an innovative ideology that currently replaces centralization to have high efficiency and low cost in both management and production, and to achieve the goal of disintermediation.

3.1. Decentralization in Chinese History

In this chapter, we will analyze the centralization and decentralization situation in Chinese history based on the unified period and disunified periods. During the unified periods, the central autocratic government is the centralized authority which controlled the economy, policies, cultures, and other aspects. It is the typical political administration and fiscal centralization. While during the disunified periods, there existed several authorities which are equal to each other. There is no central government managing. Figure 1 illustrates how centralized government and decentralized organizations work.

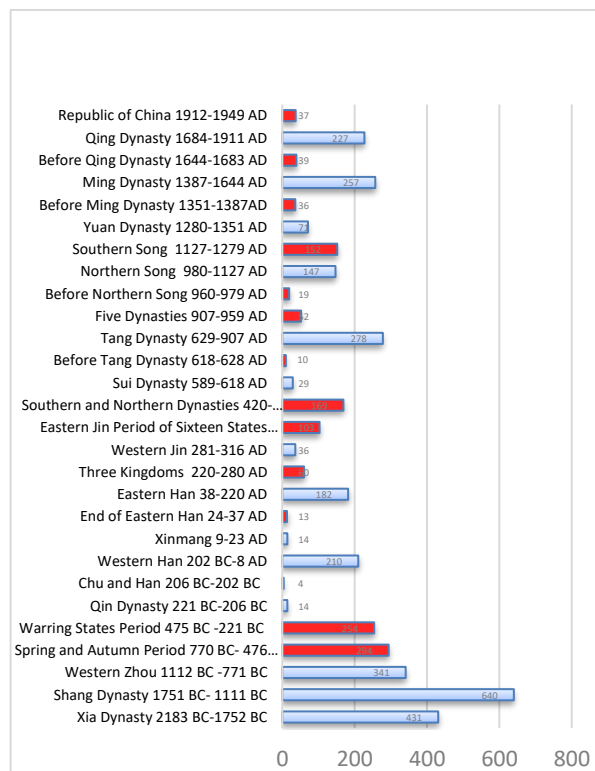


(Source: Author's own presentation)

Figure 1: The images of Centralization and Decentralization

In Chinese history, many unified dynasties were established in the form of monarchy. In those periods, the emperor is the only centre, controlling and making all decisions regarding finance, education, administration, and many other aspects. Between the unified periods, many are in apparent anarchy but several authorities existing at the same time. They had

wars with each other while also have cooperation in trade, agriculture, and culture. The relationship is like the patterns in figure 1. The following table demonstrates centralized and decentralized situation of feudal societies throughout Chinese history including Anno Domini (AD) and Before Christ (BC). The blue column means the unified dynasties and the red column refer to disunified periods.



(Source: Author's own presentation, based on information available from Lü, 2016)

Figure 2. The Unified Periods and Disunified Periods in Chinese History

The total number of years examined is 4119, of which 2877 unified years and 1242 disunified years. The percentage of unified years is 69.85%, that of disunified years is 30.15%: the centralized period is two times more than the decentralized period. How is the economic situation in the centralized period? The following table shows the Gross Domestic Product (GDP) in several prominent unified dynasties.

Table 1. The Economic Situations in Different Chinese Dynasties

Dynasty name	Time	Population	GDP percentage of the world
Han	202 BC-220 AD	60,000,000	26%
Sui	589-618 AD	50,320,000	70%
Tang	629-907 AD	80,500,000	58%
Northern Song	980-1127 AD	126,000,000	80%
Yuan	1280-1351 AD	90,000,000	28%
Ming	1387-1644 AD	200,000,000	55%
Qing	1684-1911 AD	436,000,000	35%

(Source: Author's presentation based on information available from Lü, 2016)

During centralized feudal dynasties, the central government made decisions regarding the fiscal questions. The centralized economy was very efficient for economic growth. The percentage of GDP to the whole world shows the advantage of the centralized economic system. Local governments and departments implemented the policies made by the central government. So, if the central government made a correct decision, society progressed in economic growth because the decision was final and no organization could interfere.

Nevertheless, if decisions from the central government were incorrect or not suitable for the current situation, the result was stagnancy. Fortunately, the prosperous dynasties learnt from previous dynasties' experiences enough to make the right decision in most cases, and emperors tried to accept suggestions from officials. In the following part, we can have a better understanding of the centralized economy in feudal society.

3.2. Decentralization in the history of the Chinese economy

In ancient times, before feudal society, Chinese society was working based on a natural economy which relied on agriculture. The ownership of land was the dominating factor for economic development. Humans connected through agricultural labours and worked together for the common goal of having enough food for personal life rather than fight for ownership of more food or land. The concept of the individual was much less the ideology than that everything belonged to the public good.

In that agricultural economy, the Well Farmland System was deployed to divide the land for agricultural work. The system name comes from the pattern of land division which was similar to Chinese character 井, and it means the well. In this system, a piece of land would be divided into nine parts of approximately 100 acres each. The middle part was public, and the others were private. Harvest from private land belonged to people themselves, and the food from the public part helped the

families who did not have enough harvest. Although the land was divided between individuals, essentially it was a public system, and the previous division was cancelled after 3 years and reassigned. Besides the public land, there were public houses where people could stay after working in the fields. Older people supervised the work and daily life. No matter whether they worked in the fields or cooked in the public house, people helped each other without material purpose.

As the industry had not emerged yet, agricultural tools and other daily tools were easy to make, and the small number of families limited the demand for business. People producing the tools did not start businesses, and their income came from others' help and donations. The exchange of agricultural tools was only for basic needs not for commercial profit, so there was no business or trade during that period.

This economic model was the result of small-scale economy and social ideology, as well as the population. It is hard to define whether that period was more decentralized or not as society was not mature enough to establish a complicated social structure, and the concept of decentralization and centralization are connecting to more developed productivity.

With the increase of population and the development of agricultural technology, immigration and the population flow prompted further communication between nations. Because civilization developed fast and people had more power in fighting with nature, conflicts appeared between different nations, classes, and groups. Conflicts came with trade between people. Trade necessitated communication, and they guided society to more centralized structures as profit was gathered by a small number of people who composed the dominant hierarchy.

Gradually, feudalism came into being, and centralization became the primary model in production. Centralized feudalism was the production of an agriculture economy. Conversely, it was involved in the agricultural economy as it possessed the following properties:

- 1) People in agricultural communities longed for a peaceful and stable life; they did not like or want to have food through looting.
- 2) The possessions in agricultural society were land and agricultural tools which were heavy and hard to remove. People preferred to live in the same land rather than move to other places.
- 3) Compared to the power of a nomadic nation who travelled and got used to loot, the agricultural nations had less power to defend (Zhang et al., 2015).

As a result of the agricultural economy, feudal society was formed by the group who had the power to govern the others, and the dominant hierarchy and ruling classes were gradually formed. The economic system

and social structure were centralized to meet the need for productivity.

In the feudal society in ancient China, centralization had the absolute dominating position even if the peasant people needed decentralization which was not suitable for the society at that moment. Nevertheless, the balance between these two ideologies or social structures was in a subtle relationship. First, the dominance hierarchy, which was the representative of centralization, should leave space for ruled peasants in order to have a sustainable ruling group and stable society. Second, the purpose of governance by the dominance hierarchy was to have profit from ruled class, too much interference and strict management would outbreak conflicts. When centralization achieved the extremity, decentralization was considered by most people. Third, the power by dominance hierarchy, to some degree, was offered by ruled people. The centralized social ideology was the tendency of productivity development. When society continues to develop, and the economy achieves higher levels, the request for decentralization becomes stronger, and more suitable for the demand of the digital age. In any time, coexistence is significant for these two ideologies.

The invention and development of the currency contributed to capital centralization (Lü, 2016), and trades and business made economy develop faster. Profits were centralized in the group of landlords, businessmen, and bankers. In this period, value transaction has replaced the division of land and other materials assistance for each other. The conflicts between centralized governance and free division of resources worsened, and the competition between centralization and decentralization became fiercer than previously. Some scholars and officials tried to recover the former production systems, in which the land and profits were divided, and people helped each other without profit-related purposes. Among those reforming ideologies, Confucianism and Legalist school were the main ideologies that won support from most people. Both of them tried to implement more decentralized measures in fiscal management; nevertheless, their methods were different. Confucianism believed that the land-right should be averaged and every peasant could own the land. The Well Land System was a good option. The Legalist school advocated further control of the development of capitalism: the government managed the primary trades and controlled all borrowing. Neither of them helped the economy develop better because Confucianism did not understand that the domination hierarchy was the group enjoying the profit from ruled groups, and they would not consider stopping the profits and return them to the peasants. The Legalist school did not consider the position of the groups of businessmen asking for a freer business environment. The market was the primary influence on the need for real economic development. Only when the needs and profits from both groups achieved a balance, namely centralized and

decentralized management were utilized effectively, could the Chinese economy and society that time be promoted.

In the 20th century, with more development of the economy, inequality of wealth became more serious. The imperial government was not capable of solving this problem and averaged wealth to a relatively good degree. The inequality in resource division directly resulted in different kinds of social problems, and the autocracy in Chinese feudal government made this problem more serious. At last, the economy needed an adjustment in management. Since the Qing government, the last feudal dynasty was forced to open the gates of the nation, the economy in China transferred from natural economy to capital-based economy, and decentralized fiscal mechanisms were applied in increasing degrees. In recent years, with the growing utilization of blockchain technologies, decentralized mechanisms came into the spotlight. After a long time of centralized financial services system, customers are looking for a more convenient, efficient and secure decentralized financial system. The application of Blockchain in financial services no doubt is the attempt attracting attention from all around the world.

3.3. Decentralization in modern financial service

In the digital world, value is embodied by digitalized currencies, and payments are processed through centralized banks and financial organizations. Since the invention of online payment, the centralized payment method is utilized along the time. The change appeared when the Bitcoin appeared and the popularity of Blockchain technology. In the region of financial sector, the savings from blockchain-enabled technologies achieve tens of billions of US dollars annually with 11–12 billion US dollars annually on the settlement of cash securities alone (Schneider et al., 2016).



Figure 3. The centralized value transaction model with fiat money

(Source: Author's own presentation)

In a typical centralized payment, all payments and value transfers have to be managed and processed by centralized organizations, such as banks, PayPal company, Ali Pay companies, which is presented by figure 3. The private information of customers and companies are stored by those organizations with the risk of private data lose. Even though there is a trusted

endorsement for security and privacy, the risk of illegal stealing and commercializing of information remains.



Figure 4: The centralized value transaction model with virtual currencies

(Source: Author's own presentation)

Figure 4 demonstrates the model that traditional value carrier currencies changed by electronic money, which is issued and endorsed by business companies, and it is used exclusively among that company's products. This model improved the efficiency of trades but has the risks of information leakage. It is a centralized payment method.



Figure 5: The decentralized value transaction model with blockchain technology

(Source: Author's own presentation)

Figure 5 embodies the decentralized model allowing value transfers to be completed in an ideal peer-to-peer way without the interference of third party. People can transfer value directly from one actor to the other actor. Empowered by blockchain technology, decentralized financial services have the potential to broaden financial inclusion, facilitate open access, encourage innovation to reduce commission, and create new opportunities for entrepreneurs and innovators (Chen and Bellavitis, 2019).

Here we can compare the structures mentioned above in currency issue, value creation, value-adding, and transactions.

In the currency issue, fiat money in current centralized financial system is the only legal currency in circulation, issued by the government. In a digital society, virtual currencies are credits and tokens in particular games, programs and virtual communities. They are issued by companies and used for the relevant company products only. In a decentralized financial system based on blockchain technology, the currency used is named crypto-currency and is based on cryptography. It is issued without the interference from third-party.

About value creation and value-adding, fiat money in centralized financial systems has no value; the value is created and added using the connection with valuable products, exchanges of products and technologies. Many factors influence the value of fiat currency. The value for virtual currencies comes from the number of customers and the market scale, but businesses rather than customers manage the scale. The value in blockchain projects is created and added by the frequent deployment of decentralized service and products. The more customers use the service, the more value is created and added with less control from the centralized business or government.

Value transactions such as payment, at present, are performed by centralized financial organizations with government endorsement. The efficiency is expected to improve, and the cost is expected lower. Transaction of virtual currencies is also centralized. The issue companies are centralized entities managing the proper transaction. In a decentralized financial system, it is processed between two persons or organizations without interference from a third party, so the efficiency is improved and the cost is lowered.

If we take Bitcoin as an example, the total number of Bitcoin is limited and new Bitcoins are issued by solving mathematic problems in a relatively complicated level. The transaction of Bitcoins is decentralized without the interference of banks or financial organizations. It has no direct connection with fiat currencies. There are other decentralized financial systems similar to Bitcoin, and they are working from the first stage of automation to more advanced stage that will work autonomously with smart contract, which a software program that adds layers of information onto digital transactions being executed on a blockchain (Chatsko, 2018). Then, the issue and transaction shall be even more autonomous and secure.

Decentralization is the most significant characteristic of blockchain technology; it makes blockchain and its related organizations stand out from traditional management structures. It means that every member of the blockchain structure has access to the whole distributed database. Opposed to the central-based system, consensus algorithm allows for control of the network (Anastasiia, 2019), blockchain offers every participant the opportunity to establish consensus without assuming mutual trust by implementing a single coherent data chain shared amongst a set of non-trusting participants, which acts as a single point of truth. Critically, no privileged parties are required to maintain the ledger but all participants have the responsibility to maintain and protect the data (Müller et al., 2017). Cryptography rather than traditional credit makes all the rules clear and easy to follow in blockchain. In the traditional centralized management, a central block is the key of all the information system, once this central block is hacked or attracted, the stored data will get lost, and users suffer. While this situation is hard to happen

in blockchain system as only the control of more than half the existing blocks can change the data, which is too costly to do.

3.4. A decentralized payment and settlement system with blockchain technology

The payment process usually includes two main parts: payment method and settlement. The settlement process is complete following the final transfer of assets from the seller to the buyer and payment is the final transfer of from the buyer to the seller to transfer money, goods or services in the form of cash, check, wire transfer, credit card and so on (Bott & Milkau, 2017). In modern financial world, common payment methods mainly include cash payment, bank transfer, credit card payment, and Internet-based mobile payment, such as Alipay, WeChat Pay, PayPal, Apple Pay, etc. Payer and receiver together decide the payment method. With the maturity of technologies such as the Internet and Near-field Communication (NFC), payment methods have gradually become more optimized and convenient. The application of blockchain technology is mainly in payment and settlement. No matter what payment method the front-end chooses, it needs the back-end settlement to verify and complete the entire payment processing. The payment settlement method requires all participants in the payment system to cooperate and reach a consensus, which usually is time-consuming and troubling.

Payment and settlement through bank account are the most fundamentally used across the world, while there are several centralized problems resulting in high cost and low efficiency, which hinders the further economic development. The first problem is the payment amount limitation. Considering the safety issue, no matter in China or abroad the payment has to under the amount limitation. In China, when you transfer money with mobile banking system or E-bank, the amount is no more than 1,000,000 RMB every time, and no more than 5,000,000 RMB every day. Although the amount through bank staff can achieve 10,000,000 RMB, the commission is big and you have to spend time on communication. The second problem is that the settlement happens every working day between 17:15 and 20:30 through settlement system in central bank, which results in delayed payment. Cross-border settlement is the third problem, which is relying on the SWIFT network and correspondent banks to realize the data sharing and recording. This situation is the result that there is no public settlement network where all banks in the world are using. If blockchain is used to formed a network covering all banks, cross-border settlements are easier to deal with. It can reduce the expensive commission for remitting banks and correspondent banks, telecommunication charge in SWIFT, and the cost caused by exchange rate. As there are many actors involving in the centralized payment procedures, the efficiency is influenced, which results in

the payment processing is more than 3 working days. The last problem is that it is hard to trace the payment. The complicated and centralized processing of settlement also makes customers confused about the commission.

In modern payment system, card companies and third-party payment also play important roles. When the payment happens in China, card company works as a settlement center between different banks; when it happens cross-border, card company can deal with it faster than bank centralized service as it uses its mechanism. While this payment method is limited to the payments between customers (B2C) not business-to-business (B2B), and the payment amount and commission for card company are disadvantages.

The timeliness is improved by independent transfer company, and the value transfer can be implemented within 15 minutes. Compared to traditional bank transfer, independent transfer company has advantage in cross-border payment, while the limitations of the accepted currencies and the high commission cause the unsatisfaction by customers. The settlement between network notes are depending on banks rather than customers.

Third party payment improves the payment efficiency relying on bank settlement system, but the problem of commission is still existing and the irreplaceable bank settlement is controlling the third party, so customers have to be involved in bank system. Besides, the application of third-party payment is not pervasive enough.

To recap briefly, the main problems in current centralized payment methods are high commission; low timeliness; limitations for transfer amount, working hour, currency sort; untransparent payment process; service only for bank customers.

Table 2. Payment methods and settlement models based on blockchain technology

Blockchain technology payment methods	Operating principle
Distributed ledger	Banks establish a consortium blockchain system to share data and keep customers' privacy
Cryptocurrency	Cryptocurrency in distributed network is used to peer-to-peer payment and settlement
Digital fiat currency	Digital fiat currency is processed on blockchain with government endorsement

(Source: Author's own presentation)

Blockchain-enabled decentralized payment and settlement models include the distributed ledger, cryptocurrencies, and digital fiat currency, which are

demonstrated in the Table 2. Core components of decentralized ledger for cryptographic or synchronisation of databases are widely used in information technology for payments, clearing and settlement. Participants in financial system apply blockchain to propose, validate and update ledgers securely so that transactions may be carried out without necessarily relying on central authorities (Bott & Milkau. 2017).

Centralization and decentralization are a paradox restricting each other but promoting each other because that the decentralized financial system is working in a centralized political and administrative model, which is a special situation in context of Chinese history. On the one side, China has the long history of centralized feudal societies, on the other side the innovative decentralized blockchain has found a proper market, the research and development are significant in financial industry in the market with Chinese characteristics. Until now, the deployment of this technology is still in a centralized social and economic structure, and the profound exploitation of the decentralization potential is in a long and hard way. However, the support from Chinese government give start-ups confidence. On October 24, 2019, Chinese president Xi Jinping emphasized in a conference that the blockchain is an important breakthrough for Chinese independent innovation in core technologies and encouraged companies to accelerate the blockchain technology development and industrial innovation. The “Hebei Province Blockchain Special Plan (2020-2022)” clarifies that by 2022, there will be 20 leading companies in the blockchain-related fields in Hebei Province, and the government will cultivate a batch of blockchain products including several well-known blockchain brands. More blockchain start-ups are established with the support from government policies.

The decentralized blockchain-enabled payment and settlement system based on peer-to-peer distributed ledger has the advantage of improved efficiency between different banks who establish a consortium blockchain and control the consensus process and share data exclusively, which can be considered partially decentralized, because the right to access the network can be limited to a number of participants (Lewis, 2016). A trustable and immutable distributed ledger established by smart contract makes settlement autonomous without or with less auditing by people. The money is transferred from payor bank to receiving bank directly without third party, thus it releases the complication in cross-border payment and shrinks the settlement time.

Settlement based on cryptocurrency is a new model independent from centralized bank system with the assistance of immutability in blockchain distributed ledger. Cryptocurrency is a new value carrier through digital wallet and it doesn't ask customers must have a bank account. Devices connecting to internet are enough to satisfy the demands in payment and settlement.

Besides, as cryptocurrency is in the form of code thus the process of payment is the transfer of the code, which makes payment and settlement simplified because of the combination of capital flow and information flow, having the advantage of low cost. And the code information is easy to be traced and protected. In China, more cryptocurrencies are designed and experimented to promote its vast application in payment and settlement.

Payment and settlement based on fiat digital currency has the similar advantages to cryptocurrency, which relies on digital wallet and doesn't request bank account. What's more, high efficiency, low cost, traceability, and privacy protection are also involved in this model. Another superiority for fiat digital currency is that it has the government as endorsement to win more public confidence and to be utilized in more situations.

Besides the payment and settlement in financial service, blockchain can change other centralized operating system such as the securities and insurance.

As the securities issued on blockchain can be traded in peer-to-peer network with assistance of smart contract, the time cost is reduced and all transaction data is recorded by all participants safely. Participants can set privilege control and duties for each other. The management of securities is standardized through comprehensive programmed infrastructure to limit the procedures and permission in trade, which is the request of supervision. In 2017, August, “Baidu-Changan Xinsheng-Tianfeng 2017 First Phase Asset Support Special Plan” received certificate by the Shanghai Stock Exchange and is expected to become the first exchange asset securitization product based on blockchain in China.

The issue of trust is most important in insurance industry, and immutability on blockchain can solve this problem very well. The deployment of blockchain in insurance industry is a reasonable tendency as the data on blockchain is irreversible and the process of verification is simplified. If more smart contracts are used, verification becomes autonomous to reduce to labor cost. Claim settlement efficiency is improved as well. Paper insurance documents can be replaced by smart contract to realize the environmental and sustainable development. Data on blockchain is exclusively shared by insurance companies, hospitals, traffic bureau, and other organizations with encrypted data if the data is authorized by customer.

Decentralization is not the idea given by the founder of Bitcoin, nor is it the goal of blockchain technology. Satoshi Nakamoto (2008) described the concept of bitcoin system in the white paper like this: a purely peer-to-peer version of electronic cash would allow online payments to be sent directly from one party to another without going through a financial institution (Satoshi, 2008). In fact, he never mentioned the decentralized system for either financial systems or other areas. Decentralization is the process by which the activities of an organization, particularly those regarding planning

and decision making are distributed or delegated away from a central, authoritative location or group. Decentralization is very complicated to achieve in the present economic situation. So decentralized management can only improve management in financial services but is not the way to replace centralized management, at least not now. The conflict between centralization and decentralization exists at present and will last for the foreseeable future. Many decentralized projects are managed by certain funds or other organizations, which is a characteristic of centralization. Before these projects become decentralized in more significant levels, they have a long way ahead. They have to be distributed then decentralized.

4. Decentralization VS Centralization

Centralization is the process that decision-making power moves to a group of people. In a centralized organization, decision right is controlled by a group of people, like the royal family in feudal society. The management class manages most information, data, knowledge and resources; other departments implement the decisions. The management class can control most decisions, and the structure is quite complicated.

Decentralization is the process that decision rights move to broader groups of people (who are considered only doing implementation work) or other subsidiaries and departments. Different departments can have more independent decision rights to design their work practices. Knowledge, information, and other resources are accessed by all members rather than only controlled by the management class.

The advantages of centralization include

- 1) More resources are available to be used on critical things with better efficiency;
- 2) Improvement in execution efficiency;
- 3) The establishment of centralization is the process of selecting the superior and eliminating the inferior, so staffs can be stimulated to work harder.

The disadvantages include

- 1) The centralized power may cause unsatisfactory results because of the individual decision;
- 2) The decision efficiency suffers from a large, complex centralized structure.
- 3) The fixed class division may result in the loss of ambitions.

The advantages of decentralization include

- 1) Apparent, relative freedom;
- 2) The elimination of corruption and suppression of absolute power from the centralized structure;
- 3) More security with the decentralized structure of separate and powerful components;

- 4) The security also comes from the high cost of attack and manipulation.

And the disadvantages include

- 1) Too much freedom may result in laziness and low-efficiency in some industries;
- 2) Slower evolution and optimization of efficiency;
- 3) Complications in knowing or foreseeing the future of the decentralized organization as there is no centralized leadership.

It is hard to make it clear which of centralized or decentralized management is better considering different organizational situation and turbulent ecosystem. The balance between centralization and decentralization is the essence of this issue. It is about the social structure and economy work in the future.

In Chinese culture, movement generates “Yang”; when its activity reaches extremes, it becomes tranquil. Through tranquillity, the supreme ultimate generates “Yin”. When tranquillity has reached its limit, there is a return to movement. Movement and tranquillity, in alternation, become each the source of the other. This alternation is Taichi. Yin and Yang are quite similar to centralization and decentralization; both are two poles of situations. The balance of these two situations is the ideal stage.

Now, with the diversification in the internet services and polycentrism in the governance of social relationship, the decentralized network becomes more apparent than ever. The internet services such as Wikipedia, Flickr, or Blogger provide more forms of high-level of decentralization where anyone can participate, update and share information. The content is more creative, beneficial and diverse. It is useful to increase the enthusiasm of contribution and lower the threshold for production request.

5. Discussion

In Chinese culture there was the proverb, “going too far is as bad as not going far enough,” and in western culture a similar Western one, “everything in moderation; nothing in excess.” It can be traced back to the thoughts of ancient philosophers such as Confucius and Aristotle who had enormous influences in both eastern and western societies. Modern philosophers labelled these principles as the doctrine of the mean or the golden mean (Du and Dai, 2016). The doctrine of the mean with meanings of moderation, rectitude, objectivity, sincerity, honesty and propriety, shows that an individual or organization should pursue a moderate level of achievement and maintain balance and harmony, which is beneficial to have constant equilibrium in work and life (Watson, 2007).

China is a typical collectivist society where the majority of the population have a high level of

interdependence. The common interest of the group is more important than that of the individual, and people are not encouraged to express ideas that are opposed to the leading social ideology. Besides, personal achievements largely depend on social networks, and the relationship between individuals influences both success and fame (Hofstede, 2001).

At the very beginning of humankind society, decentralization was not suitable; instead, a centralized social and economic system met the need for productivity. Decentralization means less influence from the centralized organizations and would cause new social relationships to which Chinese people do not adapt. The traditional centralized social relationship requests complicated and tense human interactions, which are integral parts of Chinese culture. Less human interactions and social relations but more communication with technology and defined procedures may produce a sense of remoteness among citizens. Emotional attachment is a factor influencing market development, and it is typical nonlinear thinking.

In comparison to linear thinking, which is based on linear cause-effect relationships, nonlinear thinking refers that the output of a given process is not correlated proportionally with the input to the process. It is challenging to escape from the restriction of linear thinking as it contributes substantially to the linearization of our social life (Bolisani and Bratianu, 2018). The smart design and deployment of blockchain technology have guided our life and work to a more efficient and comfortable way; nevertheless, many factors contribute to changing the expected results, emotional attachment is such a factor processing unlimited influence but out of linear metrics.

We should not have the idea that decentralized financial system brought by blockchain will change the financial system soon, considering the issues existing for centuries in society. Those issues include power relations since feudal society. Decentralization is the challenge to the current political centralization, and blockchain technology is the tool used to realize better governance. When there is an apparent conflict between governance and management, the members of vested interest groups will not allow further change. There is a long and arduous process before the implementation of decentralization in social relationships. No matter how smart and resilient the new technology is, it belongs, in essence, to computation. Management is a human-being behavior, including nonlinear emotional attachment and relations. The way that people understand and use blockchain technology to make the balance between centralization and decentralization is a long-term route of discovery. Not only the knowledge of technology, but also cultures must be involved in this theoretical and empirical adventure.

Besides the issue of power relations, we have to see that there are other difficulties and obstacles to the

widespread adoption of blockchain technology in financial and other domains, including

- 1) Regulatory uncertainty.
- 2) Lack of trust among users,
- 3) Ability to bring networks together,
- 4) Separate blockchains not working together,
- 5) Inability to scale,
- 6) Intellectual property concerns,
- 7) Compliance concerns (PWC., 2018).

Among these obstacles, the regulatory uncertainty and lack of trust among users are the most challenging ones. For a new technology that can completely change the traditional operations in financial services and many other areas, it is typical for people to have a negative attitude and attempt to stop its development. The procedures to have detailed and comprehensive laws and regulations are complicated. The history of the internet, from its creation to its acceptance by customers and markets, is quite long and hard. In order to overcome these difficulties, governments and businesses should make cooperation to deal with the challenges.

Some basic understandings are helpful for the managerial implications in decentralized governance.

Firstly, the relationship between centralization and decentralization is a symbiosis relationship. Each has advantages and disadvantages. They can make up the shortcomings of one with the strengths of the other. Throughout history, industries, domains, and businesses have had different functions. In management, for various purposes, the deployment of centralization or decentralization can be favoured.

Secondly, for decentralization, systems thinking is beneficial as in traditional management processes, various variables are involved in determining results. For example, the situations in different countries and areas, the periods, and scale of decentralization. According to Peter Senge (1999), systems thinking is more significant than ever due to the overwhelming complexity (Senge, 1999). In this society, far more information is created, greater interdependency and changes are happening out of our management. Systems thinking is a discipline to see the whole picture. It is a framework for seeing interrelationships rather than things themselves. Decentralization works with centralization as a whole. No one can exist alone. When we apply decentralization in this data-driven society, centralization must always keep its influence. The rules and regulations of supervision of blockchain technology deployment and the lays for tokens management are developed and carried out correspondingly to the decentralized projects.

Thirdly, the form an enthusiastic attitude to the innovation of blockchain technology that has brought change to conventional financial services with the features of distributed digital ledger and transparent details of value transfers. Decentralization in financial

services embodies fewer controls and limitations from government and financial institutes. When we enjoyed the convenient and comfortable life, we have to notice the limitations. This technology is not developed enough to be utilized on a large scale to deal with unexpected situations and problems. In essence, Blockchain is merely sophisticated mathematical software. The complex situations caused by humans need more flexible solutions than traditional algorithms. Take Bitcoin as an example; it was first designed and deployed to realize the benefits from decentralization for a peer-to-peer payment mechanism. The reality nowadays is that the most powerful mining pools are controlled by a small number of people, which is in contradiction to the original intent of decentralization because it is influenced by many uncontrolled and profound factors including political, economic and cultural reasons.

For a more decentralized society and financial system, we can have some strategies ready for when blockchain-enabled decentralized projects start coming.

First, we can learn from the Golden Mean in Confucianism or Zhongyong, which is the character or virtues of always maintaining and doing the right thing, not more nor less, but just the right degree, of behaviour, irrespective of external pressures. When it comes to blockchain project management, decentralized and centralized management should be deployed in a balanced measure. We should make full use of them wisely, and not allow one to replace the other completely. The degree of decentralization and the progress of it play an essential role in the success of projects.

Second, it is significant to have strategic clarity for the development of blockchain initiatives. The decentralized management in financial services nowadays is reflected mainly by Blockchain-related financial projects. In order to mitigate risk in this new area, managers should not begin with the big-bang, change-the-world ideas; instead, they should try to build confidence by starting smaller.

Third, the balanced management considering blockchain technology in financial services and other aspects should focus on creating an ecosystem where interoperability is a vital part of successful blockchain management. If different participants have data and transactions in the Blockchain, that data has to be standardized, and its governance must be robust. For example, standard naming conventions and system-wide data models, to which all parties will agree to adhere, have to be developed. Besides, scalability is another indispensable factor for a successful blockchain project. In this globalized economic system, scalability is an issue that a group of companies can best address by collective capabilities and power. Significant scalability concerns also relate to the technology itself. The technology's scalability is a critical area to monitor as it rapidly evolves. The power to influence is only effective

when procedures of projects are designed in operational safety structures and are occupied by people with requisite competencies (Monteiro et al., 2019).

Fourth, enthusiasm is a key point no matter which degree of decentralized management has achieved. Managers, customers, workers, staffs, public servants, they are all human beings, and the development of blockchain technology and decentralized management are given the goal to make people's lives better. People involved in blockchain projects should always keep their enthusiasm to enhance the deployment of this technology and the management way to promote the development of this society. Energy management, like power management, has applied blockchain technology to improve the flexibility of energy distribution. Blockchain technology has great potential for accelerating the decentralization of large and complex systems such as power systems. The decentralized capability of Blockchain allows implementing bottom-up solutions, without depending on grid operators or waiting for changes in policies (Cutsem et al., 2019).

Last but not least, governments and business should navigate reasonable regulations and strategies. No matter how the situation changes, the research and attempts in blockchain projects and decentralized management are always valuable for management and economic development. Companies should anticipate how regulators might respond to commercial activities migrating to a blockchain project. Managers should keep abreast of regulatory developments and engage with lawmakers at all jurisdictional levels, and focus on the changes in regulations and the blockchain market. To set up labs and test points in more friendly locations can ensure companies more successful experimentation with fewer legal restrictions and regulations.

In recent years, new industries and areas besides financial services have deployed blockchain technology for establishing a decentralize financial system where more opportunities emerging but little or no regulation related to Blockchain, such as industrial products, retail and energy. Furthermore, the functions of blockchain technology in data transparency and secure data recording are significant for regulation makers. With this technology, not only companies but also regulators can have transparent and correct access to data, and all the amendment of regulations or other data can be recorded which is convenient for monitoring and following schedule. To make progress in blockchain management, we should have the belief that more strategies will be defined for the Blockchain's operating rules and developing the incentives for future participants.

6. Conclusions

The primary motivation of this article is to explore the development and practice of decentralization in ancient Chinese history and modern financial services, to research the connection and relationship between

centralization and decentralization. For decentralized projects management, we put forward some understandings and strategies.

The article first goes to the theoretical inquiry in the concept of decentralization and the types according to different criteria. Generally, decentralization is divided into political decentralization, administrative decentralization, fiscal decentralization and market or economic decentralization. With the difference in the degree of decentralization, there are three levels: devolution, delegation, deconcentration. With the difference of the number of physical computers and nodes in Blockchain, numbers of individuals or organizations managing nodes, and the number of interfaces and data structures, decentralization in the internet world is divided into three kinds. However, generally speaking, users become internet nodes and connect to others equally without the control from the centre.

After that, this article focuses on the development of decentralization in the context of Chinese history. With the timeline of unified and disunified dynasties, as well as the economy in different periods, we found that the centralized, unified dynasties enjoyed more prosperous productivity and economy. In ancient feudal societies, centralization played a more important role in the economy. The reasons are explained in part through the economic situation in Chinese history. It is found that when the population of a nation is small, and the economy of scale is far from either centralized or decentralized management, a peaceful and harmonious society promises people a good life. With the development of productivity, there appeared immigration, business, and dominating hierarchy, and the vested interests group established the centralized authority entity promoted the development of the economy. In an agricultural society, the centralization met the needs of people and society properties.

In modern society, especially this digitalized world, a centralized structure cannot meet the request of history. With Bitcoin and blockchain as representative technologies, decentralized management becomes more compelling, especially in financial services. The properties of blockchain technology, including decentralization, transparency, security and efficiency, has brought traditional financial services changes. More and more related projects are showing the significance of decentralization. The experimental practices of blockchain technology in payment, settlement, insurance industry and securities service demonstrate the potential of decentralize management. And the favorable policies from government make the future promising. Nevertheless, we should not split centralization and decentralization independently to analyze, what we have to understand is that both have their advantages to promote the development of society and economy in different periods. When one shows its weakness, it is easier for people to find the strengths of

the other and work more for it. The comparison between these two mechanisms in advantages and disadvantages embodies many details.

When we face the decentralization in this digitalized society, positive attitude and correct understanding are essential. When we notice the strength of it, we should also understand its limitations. For managers, the key is to control the degree of decentralization. In modern society, with rapid and widespread development of technology, decentralization can be showed in complicated and diverse forms, and blockchain technology has made it more practical in management and economics. Among blockchain projects, the top two difficulties are the issue of trust in new technology and regulatory uncertainty. For better decentralization governance, companies should have a clear and correct understanding of the practical relationship between decentralization and centralization, and cooperate with other companies in the same industry to build a sustainable ecosystem. When facing regulatory uncertainty, confidence is necessary as well as the sensitive reaction to new laws and regulations.

It is too early to predict how society will evolve with blockchain technology and the idea of decentralization, but the changes always meet the requests from human beings and the world, and blockchain technology has more stages in various industries to show.

References

- Ahmad. M. S. & Talib. N. B. A., 2011. Decentralization and Participatory Rural Development: A Literature Review. *J. Contemp Oncol.* Vol.5.Issue 4. 2011. 58-67.
- Anastasiia. L. 2019. Blockchain Architecture Basics: Components, Structure, Benefits and Creation. Access: <https://mlsdev.com/blog/156-how-to-build-your-own-blockchain-architecture>.
- Bolisani. E. & Bratianu. C. 2018. Emergent Knowledge Strategies. *Strategic Thinking in Knowledge Management*. Springer.
- Bott. J. and Milkau. U., 2017. Central bank money and blockchain: A payments perspective. *Journal of Payments Strategy & Systems*. Volume 11. Number 2.
- Bulut. E. & Abdow. Bl. 2018. Decentralization and Poverty Reduction: Opportunities and Challenges in Kenya. *J. Sosyoekonomi*, 2018, Vol. 26(36), 179-196
- Buterin. V., 2017. The Meaning of Decentralization. Retrieve: <https://medium.com/@VitalikButerin/the-meaning-of-decentralization-a0c92b76a274>
- Castelfranchi. C., 2004. Trust Mediation in Knowledge Management and Sharing. *International Conference on Trust Management*, 2003 Volume: iTRUST.
- Chatsko. M., 2018. Smart Contracts and the Blockchain, Explained. Retrieve: <https://www.fool.com/investing/2018/03/09/smart-contracts-and-the-blockchain-explained.aspx>
- Chen.Y, Bellavitis. C. 2019. Blockchain disruption and decentralized finance: The rise of decentralized business models. *Journal of Business Venturing Insights*.

- Cutsem. O. V, Dac. D. H., Boudou. P., Kayal. M. 2019. Cooperative energy management of a community of smart-buildings: A Blockchain approach. *Electrical Power and Energy Systems* 117 (2020).
- Du. K. & Dai. Y. 2016. The doctrine of the mean: Reference groups and public information systems development. *Journal of Strategic Information Systems* 27 (2018) 257–273.
- Fye. A. 2017. Significance of fiscal decentralization: The Gambia at a glance. *Net Journal of Business Management* Vol. 5(1), pp. 6-18.
- Hobbes. T., 1651. *LEVIATHAN, or the matter, forme and power of a commonwealth ecclesiasticall and civil.* By Thomas Hobbes of Malmesbury London.
- Hofstede. GH 2001. *Culture’s consequences: Comparing values, behaviours, institutions, and organizations across nations*, first ed. Sage Publications, Thousand Oaks, CA.
- Kelly. K. 1994. *Out of Control: The New Biology of Machines, Social Systems, and the Economic World* by. Basic Books.
- Lewis. C., 2016. *BLOCKCHAIN Your Comprehensive Guide to Understanding the Decentralized Future.* Retrieve: <https://www.scribd.com/document/359056038/Christopher-Lewis-Blockchain-your-comprehensive-guide-to-understanding-the-decentralized-future-epub>
- Liu. X.L., Wang. W.M., Guo. H., Barenjia. A. V., Zhi Lia, Huang. G. Q. 2020. Industrial Blockchain based framework for product lifecycle management in industry 4.0. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing* 63
- Lü. S. 2016. *Zhongguo Tongshi. (Chinese Civilization).* China Overseas Chinese Press.
- Niekerk. M.V., 2016. First Financial Institution in Europe to Launch a Blockchain Based App Publicly. Retrieve: <https://themerkle.com/first-financial-institution-in-europe-to-launch-a-blockchain-based-app-publicly/>
- Monteiro. G. P, Hopkins. A., Melo. PFF 2019. How do organizational structures impact operational safety? Part 2 –Designing structures that strengthen safety. *Safety Science* 123 (2020).
- Müller. B. E., Elsmann. M., Henglein. F., Ross. O., 2017. Automated Execution of Financial Contracts on Blockchains. Retrieve: <https://www.researchgate.net/publication/321327355>
- Pazaitis. A., Filippi. P.D., Kostakis. V. 2017. Blockchain and value systems in the sharing economy: The illustrative case of Backfeed. *J. Technol Forecast Soc Change.* 125 (2017) 105–115
- PWC. 2018. *Blockchain is here. What’s your next move?* PwC’s Global Blockchain Survey 2018.
- Rousseau. J-J., 1762. *Du Contrat Social, Principes du droit politique (The Social Contract, Principles of Political Right).* The ISN ETH Zürich.
- Satoshi. N. 2008. *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.* <https://bitcoin.org/en/bitcoin-paper> (visited on 19/08/2019)
- Schneider J, Blostein A, Lee B, Kent S, Groer I, Beardsley E., 2016. *Blockchain-putting theory into practice.* Retrieve: [http://www.finyear.com/attachment/690548/.](http://www.finyear.com/attachment/690548/)
- Senge. P. 1999. *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization.* London: Random House.
- Swan. M. 2015. *Blockchain: Blueprint for a New Economy.* O’Reilly Media, Sebastopol.
- Watson. B. 2007. *The Analects of Confucius: Translations from the Asian Classics.* Columbia University Press, New York.
- Work. R. 2002. *Overview of Decentralisation Worldwide: A Stepping Stone to Improved Governance and Human Development.* 2nd International Conference on Decentralisation Federalism: The Future of Decentralizing States? 25–27 July 2002 Manila, Philippines.
- Zhang. Y., Fan G., Whalley J. 2015. *Economic Cycles in Ancient China.* Nber Working Paper Series. Jel No. N1,N15. 2015. Nber Working Paper No. 21672



Otistik Spektrum Bozukluğunun Makine Öğrenme

Algoritmaları ile Tespiti

Sedat Metlek^{1*} , Kıyas Kayaalp² 

¹Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Uluborlu Selahattin Karasoy Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü

sedatmetlek@mehmetakif.edu.tr, kiyaskayaalp@isparta.edu.tr

Öz

Farklı etkileri bulunan Otistik Spektrum Bozukluğu (OSB) genel olarak sosyal ilişki ve bilişsel gelişimde gecikme ya da farklılaşma ile kendini gösteren ayrıca iletişim de sorunlara neden olan nöro-gelişimsel bir hastalıktır. Hastalığın, bireylerin gelişimine ve ileriki dönemlerdeki sosyal yaşantılarına olumsuz etkisini azaltmak için erken teşhis edilmesi oldukça önemlidir. Ancak OSB'nin erken yaşlarda tespit edilebilmesi tecrübe ve uzmanlık gerektirmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda Dünya genelinde ve Türkiye'de OSB vakalarında ciddi bir artış olduğu gözlenmektedir. Böyle bir artışta her geçen gün erken teşhis için etkili ve kolay uygulanabilir teşhis yöntemlerine olan ihtiyacı artırmaktadır. Özellikle 12-36 ay arasındaki çocuklara OSB teşhisi konulabilmesi için yardımcı karar destek sistemlerinin geliştirilmesi hayati önem arz etmektedir.

Gerçekleştirilen çalışmada, 12-36 ay arasındaki çocuklara uzman sağlık personeli ve ailelerin yüksek doğrulukta OSB teşhisi koyabilmelerine yardımcı olabilecek bir karar destek yazılımı geliştirilmiştir. Yazılım geliştirme aşamasında gözetimli ve gözetimsiz olmak üzere altı farklı makine öğrenme algoritması test edilmiştir. Yapılan testler sonucunda gözetimli öğrenme algoritmalarının, gözetimsiz öğrenme algoritmalarına göre daha başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Kullanılan gözetimli öğrenme algoritmalarında destek vektör makineleri ile yapılan sınıflandırma işleminde %100 sınıflandırma başarımları elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Otistik spektrum bozukluğu, gözetimli makine öğrenmesi, gözetimsiz makine öğrenmesi, yardımcı karar destek sistemi.

Detection of Autistic Spectrum Disorder with Machine Learning Algorithms

Abstract

Autistic Spectrum Disorder (ASD), which has different effects, is a neurodevelopmental disease that generally manifests with delay or differentiation in social relationship and cognitive development, and also causes problems in communication. It is very important to diagnose the disease early to reduce the negative impact on the development of individuals and their social life in the future. However, it has been require experience and expertise to detect ASD at an early age. In researches conducted in recent years, it is observed that there is a significant increase in ASD cases in the world and Turkey. With such an increase, the need for effective and easily applicable diagnostic methods for early diagnosis increases day by day. It is vital to develop auxiliary decision support systems, especially for children between 12-36 months to be diagnose with ASD.

In the study, a decision support software was developed that could help specialist medical staff and families diagnose OSB with high accuracy in children between 12 and 36 months of age. Six different machine learning algorithms, both supervised and unsupervised, were tested during the software development phase. As a result of the tests, it has been determined that supervised learning algorithms give more successful results than unsupervised learning algorithms. In the supervised learning algorithms used, 100% classification success rate was obtained in the classification process with the support vector machines.

Keywords: Autistic Spectrum Disorder, supervised machine learning, unsupervised machine learning, auxiliary decision support system.

* Sorumlu yazar: Sedat METLEK
E-posta adresi: sedatmetlek@mehmetakif.edu.tr

Alındı : 20 Haziran 2020
Revizyon : 27 Ağustos 2020
Kabul : 28 Ağustos 2020

1. Giriş (Introduction)

Otistik Spektrum Bozukluğu (OSB), doğuştan yada erken yaşlarda ortaya çıkan bir nöro-gelişimsel farklılıktır. Hastanın ilerleyen dönemlerdeki yaşayacağı olumsuzluklar, erken tanı ve eğitim ile önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Fakat, OSB teşhisi için tanı koyma süreçleri uzun ve tecrübeye dayalı işlemlerdir (Kayaalp and Metlek, 2020; Metlek, 2018). Yapılan araştırmalara bakıldığında Dünya genelinde OSB vakalarında artış olduğu görülmektedir. Bu nedenle etkili ve kolay uygulanan teşhis yöntemlerinin geliştirilmesine acil ihtiyaç vardır. Bu teşhis yöntemlerinin içerisinde, sağlık çalışanlarına yardımcı olmak ve hastalara klinik tanı koymak süresini azaltmak için yardımcı karar destek yazılımlarının geliştirilmesine de ihtiyaç vardır.

Literatürde konu ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, Thabtah ve Peebles'in 2019 yılındaki çalışmasında çocuk, ergen ve yetişkinlerde OSB teşhisinde kullanılabilir bir yazılım geliştirdiği görülmektedir. Geliştirdikleri yazılımda kullandıkları yöntemler ile yetişkinler için ortalama %90 ile %95, çocuklar için %85 ile %90 ve ergenler için %65 ile %85 arasında teşhis başarıları elde etmişlerdir. Yapmış oldukları çalışmanın konusunda 12-36 ay arasındaki bebekler bulunmamaktadır (Thabtah ve Peebles, 2019).

Cho ve arkadaşları 2019 yılında, çocukların kısa doğal konuşmalarındaki akustik metin özelliklerinden yararlanarak OSB teşhisini gerçekleştirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada gradient tabanlı bir algoritma kullanmışlardır. Kullandıkları verileri azaltmak içinde temel bileşen analizi yöntemini tercih etmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda, OSB teşhisinde ortalama %76 başarı sağlanmışlardır (Cho vd., 2019).

Eslami ve arkadaşları 2019 yılında fMRI verileri ile otomatik kodlayıcı ve tek katmanlı algılayıcı kullanarak hibrit bir öğrenme prosedürü tasarlamışlardır. Çalışmalarında %82 başarı oranı ile OSB teşhisini gerçekleştirmişlerdir (Eslami vd., 2019).

Shahamiri ve arkadaşı 2018 yılında hazırladıkları mobil bir uygulama ile kişilerin verdiği cevaplar üzerinden OSB teşhisini yapmışlardır (Shahamiri ve Thabtah, 2018). 2019 yılında Dawson ve arkadaşı ise, mobil cihazlar üzerinden alınan görüntüler ve makine öğrenmesi ile OSB teşhisinin gerçekleştirilebileceğini önermektedir (Dawson ve Sapiro, 2019).

Küçük çocuklarda özellikle OSB teşhisini koymak son derece güçtür. Bunun da en önemli nedeni; çocuklara sorulan sorulardan anlaşılır bir cevabın alınması zordur. Bu nedenle çocukların kendi aile bireyleri yada bakıcılarından alınan cevaplara göre bu teşhis konulmaya çalışılmaktadır.

Çalışma ile ilk olarak 12-36 ay arasındaki çocuklarda OSB teşhisinin konulabilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda literatüre önemli bir katkı sağlanmıştır. Bu katkıyı sağlayabilmek için ilk etapta OSB teşhisi konulan kişilere ait davranış özelliklerini içeren veri setlerine ihtiyaç vardır. Bazı

Avrupa ülkeleri hariç birçok ülkede konu ile ilgili geniş kapsamlı bir veri seti bulunmamaktadır.

Halbuki bu tür veri setleri, OSB teşhis sürecini kısaltmak için geliştirilecek yazılımların verimliliğini, duyarlılığını, özgüllüğünü ve başarı oranını artırarak daha detaylı analizler yapılmasını sağlamaktadır. Dünya geneline bakıldığında, uluslararası düzeyde kaynak veri sağlayan Manukau Teknoloji Enstitüsünün OSB ile ilgilenen araştırmacılara sunmuş olduğu veri seti bu çalışmada kullanılmıştır (Thabtah, 2018). Gerçekleştirilen çalışmada bir kişi için 16 farklı özellik içeren bu veri seti kullanılarak, makine öğrenme algoritmaları ile hastalara hızlı ve güvenilir teşhis koymak için Matlab ortamında bir yazılım geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılım Intel(R) Core(TM) i7-4702MQ 2.2GHz işlemci, 16 GB Ram, NVIDIA GeForce GT 740M 2 GB ekran kartı bulunan bir bilgisayarda geliştirilmiştir.

Çalışmanın literatüre önemli bir diğer katkısı da Manukau Teknoloji Enstitüsünün sunmuş olduğu veri seti üzerinde, gözetimli ve gözetimsiz altı farklı makine öğrenme algoritmasının, OSB teşhisindeki başarısının ayrıntılı olarak tespit edilmesidir.

2. Yöntem (Methodology)

Literatürde bulunan makine öğrenme algoritmaları genel olarak gözetimli ve gözetimsiz olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Gözetimli öğrenme algoritmaları olarak da bilinen, bilgi tabanlı öğrenme algoritmalarında veriler, eğitim ve test olarak ikiye ayrılmakta ve eğitim verilerinden anlamlı bilgilerin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Verilerin eğitim ve test olarak ayrılmasının yanında, bazı durumlarda hangi özelliklerinin anlamlı olabileceği konusunda uzman görüşü de gerekebilmektedir. Bu da zaman ve maliyet açısından pahalı sayılabilecek bir yöntem olmasına neden olmaktadır.

Literatürde ki bir diğer makine öğrenme algoritması da gözetimsiz makine öğrenme algoritmasıdır. Bu yaklaşımda gözetim işlemi olmadığından dolayı zaman ve işlem maliyeti açısından diğer yöntemden daha ucuz bir öğrenme modelidir.

Gözetimli ve gözetimsiz öğrenme modelleri arasındaki en önemli farklılık; gözetimli öğrenme modelinde, eğitim setinde bulunan etiketlenmiş veriler ile bir fonksiyonun üretilmesidir. Gözetimsiz öğrenme modelinde ise veri setini oluşturan etiketsiz verilerden oluşacak sınıfları tahmin etmek için bir fonksiyonun üretilmesidir (Çürükoğlu, 2019b).

2.1. Gözetimli makine öğrenmesi (Supervised machine learning)

Bu makine öğrenmesi yönteminde, sınıflandırma öncesinde genellikle sınıf bilgilerinin çıkarılabileceği bir veri seti gerekmektedir. Bu veri setinden elde edilen değerler, test verilerinde kullanılarak öğrenme işlemi gerçekleştirilmektedir. Genel olarak, literatürde

kullanılan gözetimli makine öğrenme algoritmaları (Ülgen, 2017;Çürükoğlu, 2019a):

- K-En Yakın Komşuluk,
- Destek Vektör Makinaları,
- Karar Ağaçlarıdır.

2.1.1.K-En yakın komşuluk (K-Nearest neighbors (K-NN))

K-NN bilinen en eski ve basit sınıflandırma algoritmalarından birisidir. Algoritmanın temeli, örnek veri ile k adet komşu arasındaki mesafenin ölçülmesine dayanmaktadır. Aradaki mesafe hangi mesafe ile daha az ise örnek o sınıfa dahil edilmektedir (Cover ve Hart, 1967). K-NN sınıflandırma algoritmasında k değeri, komşular arasındaki uzaklık ve ağırlıklandırma ölçütleri sınıflandırma performansını doğrudan etkilemektedir.

K-NN algoritması gözetimli bir algoritma olması nedeniyle, veriler ilk olarak eğitim ve test olarak ikiye ayrılmaktadır. K-NN algoritmasına sınıflandırma için yeni bir değer geldiğinde, bu değer hangi sınıfa ait olduğu, eğitim setindeki örneklerle olan uzaklığına bakılarak karar verilir. Burada kaç adet komşuya bakılacağı k komşuluk katsayısına göre karar verilir. Sonraki aşamada da k adet komşuya olan uzaklıkların çoğunluk oylaması yapılır ve gelen verinin ait olduğu sınıf belirlenir. Gelen veri ile etrafındaki k adet komşusu ile aradaki uzaklığı ölçmek için kullanılan bazı fonksiyonlar aşağıda gösterilmiştir.

Minkowski

$$\left(\sum_{i=1}^k |x_i - y_i|^p \right)^{1/p} \quad (1)$$

Öklid

$$\left(\sum_{i=1}^k (x_i - y_i)^2 \right)^{1/2} \quad (2)$$

Manhattan

$$\left(\sum_{i=1}^k |x_i - y_i| \right) \quad (3)$$

Chebyshev

$$\lim_{p \rightarrow \infty} \left(\sum_{i=1}^k |x_i - y_i|^p \right)^{1/p} = \max_{i=1}^k |x_i - y_i| \quad (4)$$

Denklem 1, 2, 3, 4'de kullanılan x_i değeri, eğitim örnekleri arasındaki i adet örneği, y_i değeri ise sınıflandırma için gelen i adet yeni veriyi ifade etmektedir. k değeri ise yeni gelen veri ile etrafındaki kaç adet komşu ile arasındaki mesafenin ölçüleceğini belirten parametredir (Taşcı ve Onan, 2016).

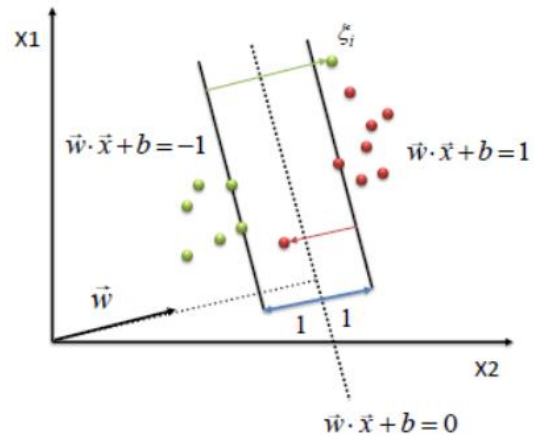
2.1.2. Destek vektör makineleri (Support vector machine (SVM))

SVM, istatistiksel teoriler üzerine dayanan güçlü bir makine öğrenme algoritmasıdır. Geleneksel yapay zeka algoritmalarında öğrenme için çok sayıda eğitim verisi gerekmektedir. Bunun ile birlikte birçok sınıflandırma algoritmasında, düşük yakınsama oranı, yerel minimuma takılma ve ezberleme problemleriyle karşılaşmaktadır (Lu vd., 2002). Fakat SVM'nin kararlı yapısı sayesinde bu tarz problemler sorun teşkil etmemektedir. Ayrıca çok boyutlu ve az sayıda veri içeren çalışmalarda SVM'ler başarılı sonuçlar vermektedir. Literatürde sınıflandırma uygulamalarında tercih edilen SVM modeli, destek vektör sınıflandırmasıdır. Regresyon çalışmalarında kullanılan SVM modeli ise destek vektör regresyonudur (Shen, Pei, ve Lee, 2004;Taburoğlu, 2019).

SVM'lerin amacı, sınıflandırmak istenilen sınıflar arasındaki en yüksek uzaklığa sahip ayırıcı düzlemi Şekil 1'de gösterildiği üzere bulmaktır. Denklem 5 ile bu ayırıcı düzlem formülize edilmiştir.

$$f(x) = (w, x) + b \quad (5)$$

Denklem 5'deki w ağırlık katsayısını, b bias (fişekleme) değerini ve x eğitim için kullanılan veriyi ifade etmektedir.



Şekil 1. SVM yapısı (Structure of SVM) (Sayad, 2015)

SVM'deki eğitim verileri $1 \times N$ boyutlu bir matris ile ifade edilir. Veri kümesinde bulunan m sayıdaki veri $y \in \{+1, -1\}$ kümesindeki değerlerden birisiyle eşleştirilir. Bu eşleşme işlemi için Denklem 6 kullanılır ve burada $\xi_i \geq 0$ şartının sağlanması gereklidir.

$$y_i [(w, x_i) + b] \geq 1 - \xi_i, i = 1, \dots, m \quad (6)$$

Optimum ayırıcı düzlemin bulunması için Denklem 6'daki koşula bağlı olarak Denklem 7'deki amaç fonksiyonunun minimum değeri bulunmalıdır.

$$C \sum_{i=1}^n \xi_i + \frac{1}{2} \|w\|^2 \quad (7)$$

Denklem 6 formundaki koşullar kullanılarak Denklem 7 minimum yapılmaktadır. Denklem 7'deki C, kullanıcı tarafından tanımlanan, sınıflandırma doğruluğu ile ayırıcı düzlemin karmaşıklığı arasındaki dengeyi sağlayan sıfırdan büyük bir sayıdır, ξ ise esneklik katsayısıdır. Denklem 6 ve 7'de belirtilen problem, Lagrange yöntemiyle binary optimizasyon problemi yapısında tekrar düzenlenirse Denklem 8.1 elde edilir. Denklem 8.2'deki eşitlik ve eşitsizlik durumlarına göre Denklem 8.1'in en yüksek değeri elde edilmeye çalışılır. Denklem 8.1'deki değer, giriş verilerinin iç çarpımları ile doğrudan orantılıdır.

$$Q(\alpha) = \sum_{i=1}^n \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{i,k=1}^n \alpha_i y_i \alpha_k y_k (x_i, x_k) \quad (8.1)$$

koşul,

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i y_i = 0, \quad \alpha_i \geq 0, \forall i \quad (8.2)$$

Sıfırdan büyük α_i Lagrange çarpanları ile Denklem 9 elde edilir ve bu çarpanlara ait verilere destek vektör denilir. Veri kümesi içerisindeki ayırıcı düzlemi en iyi ifade eden veriler, destek vektör verilerdir.

$$f(x) = \text{sign} \left(\sum_{i=1}^{\#sv} \alpha_i y_i K(x, x_i) + b \right) \quad (9)$$

Optimizasyon probleminde yukarıda belirtilen SVM denklemleri kullanılarak optimum Lagrange çarpan değerleri elde edilir. Bu değerler kullanılarak da ayırıcı düzlem oluşturulur. Ayırıcı düzlem oluşturulurken sadece destek vektör değerleri alındığı için tüm verilere göre daha seyrek noktalardan oluşur. Bu aşamaya kadar belirtilen SVM sınıflandırıcısı lineer olarak ayrılabilir çalışmalarda yüksek başarı oranları ile kullanılabilir. Fakat, lineer olmayan çalışmalarda ise yüksek bir başarı oranı hedeflenirse çekirdek fonksiyonlarının kullanılması gerekmektedir. Giriş değerlerinden, lineer olmayan veriler çekirdek fonksiyonu yardımı ile çok boyutlu lineer nitelik uzayına aktarılır. Bu aktarım işlemi Denklem 10'da belirtilen fonksiyon gibi çekirdek fonksiyonlar ile gerçekleştirilir.

$$K(x, x_i) = K(x_i, x) = \varphi(x)^T \varphi(x_i) \quad (10)$$

Çalışmada tercih edilen çekirdek fonksiyonu, Radial Base Fonksiyonudur (RBF). RBF çekirdeğinin içeriği Denklem 11'de gösterilmiştir.

$$K(x, x') = \exp \left(\frac{-\|x - x'\|^2}{\sigma^2} \right) \quad (11)$$

Denklem 11'deki σ , genişliği ifade eden kullanıcı tanımlı sıfırdan büyük reel bir sayıdır.

2.1.3. Karar ağaçları (Decision trees (DT))

İstatistiksel olarak anlamlı grupları bulan DT, sınıfları kolay ve anlaşılabilir ağaç diyagramları halinde ifade eden bir makine öğrenme yöntemidir (Dogan ve Ozdamar, 2003). Gözetimli bir öğrenme yöntemi olan DT'ler girdi ve çıktı kümelerinden oluşmaktadır. DT, sınıf çıktılarının durumu ile girdi değişkenleri arasındaki yapıyı keşfeder (Tan, Steinbach, ve Kumar, 2005).

DT yapılarında aynı sınıfa ait olan veriler yapraklarda bulunur (Huang, Lu, ve Ling, 2003). Bir DT kök, dal, yaprak ve bunlar arasındaki düğümlerden oluşan bir sisteme sahiptir. Bir dal üzerinde bulunan yaprakta, olası bütün çıktı sınıflarına karşılık gelen sonuç değerleri bulunmaktadır (Kantardzic, 2011). DT yapısında veri miktarının fazlalığı sonucu etkilemez. DT'nin yapısı için oluşturulan teknikler hesaplama yöntemi olarak ucuz ve hızlıdır (Tan, Steinbach, ve Kumar, 2016).

DT yapısında çok fazla sınıf bulunması durumunda, ağacın yapısı genişlemekte, bunun sonucunda düğüm sayısı artarken düğümlerdeki sınıf bilgisi azalmaktadır. Bu durumda da sistemin güvenilirlik oranı düşmektedir (Seidman, 2001).

2.2. Gözetimsiz makine öğrenmesi (Unsupervised machine learning)

Gözetimsiz makine öğrenme yaklaşımların genel amacı, veri setinde bulunan etiketsiz bilgiler arasındaki gizli ilişkilerin veya grupların ortaya çıkarılmasıdır. Literatürde kullanılan bazı temel gözetimsiz öğrenme algoritmaları aşağıda sunulmuştur (Yumuş, 2019);

- K-Ortalamlar,
- Temel Bileşen Analizi,
- Birliktelik Kuralları.

2.2.1. K-Ortalamlar algoritması (K-means algorithm)

K-Means algoritması, gözetimsiz bir makine öğrenme algoritmasıdır. K-Means ifadesindeki K değeri, küme sayısını ifade eder. Geliştiricinin dışarıdan mutlaka bu K değerini algoritmaya girmesi gerekmektedir. Bu durum bazı uygulamalarda dezavantaj olabilmektedir. Bu nedenle geliştirilmiş X-Means gibi benzer algoritmalar da bulunmaktadır. Algoritmanın sade bir çalışma şekli vardır.

Algoritmada Denklem 12'de ve Tablo 1'de gösterildiği üzere D ile ifade edilen veri kümesi, m-boyutlu reel bir vektördür. Denklem 13'deki x_1, x_2, \dots, x_m şeklinde ifade edilen değerler ise bir durum için elde edilen n boyutlu vektör tipindeki veri setidir. Bu veri setindeki her bir değer, bir olaydaki özellikleri ifade

etmektedir. K-means makine öğrenmesi, karesel hatayı en aza indirmek için m adet veriyi K adet kümeye bölmeyi amaçlar.

$$D = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_m) \quad (12)$$

$$x_i = (x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{in}) \quad (13)$$

Tablo 1. D veri kümesi (D dataset)

	1. özellik	2. özellik	3. özellik	n. özellik
$x_1 \Rightarrow$	x_{11}	x_{12}	x_{1n}
$x_2 \Rightarrow$	x_{21}	x_{22}	x_{2n}
$\vdots \Rightarrow$				
$\vdots \Rightarrow$				
$x_m \Rightarrow$	x_{m1}	x_{m2}	x_{mn}

K değeri belirlendikten sonra, var olan değerler içerisinde rastgele K tane küme merkez noktası μ_j seçilir. Rastgele belirlenen merkez noktaları ile her bir veri için Denklem 14 ve 15'e göre veriler arasındaki uzaklık hesaplanarak veriyi, en yakın merkez noktasına göre bir kümeye dahil eder (Edureka, 2020).

$$C_j = \text{Küme}(x_i) = \arg_j \min \|x_i - \mu_j\|^2 \quad (14)$$

$$\text{Değişim} = \sum_{i=1}^m (x_j - c_j)^2 = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m (x_i - \mu_j)^2 \quad (15)$$

Sonraki aşamada her küme için yeni bir merkez noktası hesaplanır ve yeni merkez noktalarına göre kümeleme işlemi tekrar edilir. Bu işlem, sistemdeki değişim kararlı hale gelinceye kadar tekrar edilir.

K-Means algoritmasındaki genel amaç, elde edilen kümelerin, küme içi benzerliklerinin en yüksek ve kümeler arası benzerliklerinin en az olmasını sağlamaktır. Çalışma yönteminde, Denklem 2 ve 3'deki formüller temel alınarak kümeler arasında ki mesafeler hesaplanmaktadır.

2.2.2. Temel bileşen analizi (Principal Component Analysis (PCA))

PCA yöntemi, çok boyutlu bir veri setindeki verileri, temel özelliklerinden tespit ederek daha az sayıda değişkenle ifade edilmesi için geliştirilen yöntemlerden birisidir.

Birçok alanda sıklıkla tercih edilen PCA kısaca bir lineer boyut azaltma yöntemidir. PCA, veri setinin birbiri ile ilişkili değişkenlerini, ortogonal dönüşüm yöntemini esas alarak birbiri ile ilişkisiz değişkenlere dönüştürmeyi amaçlamaktadır. Bu işlem esnasında da boyut azaltma işlemi gerçekleştirilmektedir.

PCA yöntemi, m boyutlu n örneklili bir veri seti ($X = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_n]$) için, kovaryans matrisinin toplamının (Σ) bulunması ile başlar. Denklem 16' daki x_i , i . örneğin öz niteliklerini ifade etmektedir. \bar{x} terimi ise veri nesnelere ortalamasını ifade etmektedir.

$$\Sigma = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(x_i - \bar{x})^T = \frac{1}{n} XX^T \quad (16)$$

Denklem 16'da kullanılan \bar{x} nin içeriği Denklem 17'de verilmiştir.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i) \quad (17)$$

Kovaryans matrisinin öz değerleri ve öz vektörleri, öz değer-öz vektör ayrıştırma yöntemi ile bulunur (Yıldız ve Sevim, 2016).

2.2.3. Birliktelik kuralları (Association rules)

Birliktelik kuralları veri setindeki bir dizi verinin diğer verilerle olan bağlantısını ortaya koyan bir kümeleme yöntemidir. Bu yöntemin matematiksel analizi aşağıda detaylı olarak verilmiştir (Agrawal ve Srikant, 1994;Eker, Oktaş, ve Kayhan, 2015).

Veri kümesi X ile gösterilirse, veri kümesindeki her bir veri seti $\{X_1, X_2, X_3, \dots, X_m\}$ şeklinde bir dizi ile ifade edilir. Veri setindeki işlemlerde $Y = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_k\}$ şeklinde gösterilirse, y_k ' nin alacağı değer 0 veya 1'dir. Eğer $y_k = 0$ ise X_k veri setinin işleme alınmadığını, $y_k = 1$ ise X_k veri setinin işleme alındığını ifade etmektedir. Her bir işlem için veri setinde ayrı ayrı kayıtlar vardır. $Z \subseteq X$ için Z' deki her bir X_k 'ya karşılık gelen bir y_k değeri bulunmaktadır ve $y_k = 1$ 'dir. Bu birliktelik durumu aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$Z \Rightarrow X_j$, Z, X 'in bir alt kümesidir. X_j ise X'in içerisinde herhangi bir elemandır. Bu eleman Z'nin içerisinde değildir. $Z \Rightarrow X_j$ kuralının Y için uygun olduğunun söylenebilmesi için belli bir güven seviyesinden söz etmek gerekmektedir. Yani, Y içindeki tüm X'lerin ne kadarının X_k 'yi sağladığı %c değeriyle ifade edilmelidir. Bu durumda, birliktelik kuralını $0 \leq c \leq 1$ güven seviyesiyle birlikte $Z \Rightarrow X_j$, $Z \Rightarrow X_j | c$ şeklinde ifade edilebilir. Güven seviyesi, kuralın gücünü ifade etmektedir. Buna ek olarak, kuralın destek seviyesinden de söz edilir. Destek seviyesi ise Y içindeki işlemlerin ne kadarının Z'yi sağladığıdır.

3. Uygulama (Application)

Gerçekleştirilen uygulamada Manukau Teknoloji Enstitüsünün bebeklerdeki (12-36 ay) otistik spektrum bozukluğunun tespiti için sunmuş olduğu, 16 farklı özellik içeren 1054 kayıt kullanılmıştır.

Veri setinde bulunan özellikler, bebeklerde otistik spektrum bozukluğunun bulunup bulunmadığını tespit etmek için kullanılmıştır. Tablo 2'de bu tespit için kullanılan veri setindeki 16 giriş değeri sunulmuştur.

Tablo 2. Veri setindeki bilgiler (Information on dataset) (Shahamiri ve Fadi, 2018)

No	Değer
1	Çocuğun kendi ismi ile hitap edildiğinde size bakma durumu
2	Çocuk ile göz teması kurma durumu
3	Çocuğun bir şey istediğinde onu işaret etme durumu
4	Çocuğun ilginç bulduğu bir şeyi karşısındakine işaret etme durumu
5	Çocuğun taklit yapmayı gerektiren oyunları oynama durumu
6	Çocuğun karşısındakinin baktığı yeri gözleri ile takip etme durumu
7	Ailedeki birinin mutsuz olması durumunda çocuğun ilgili kişiye tepki durumu
8	Çocuğun konuştuğu ilk sözcük nasıl tanımlanır
9	Çocuğun iletişim kurmak için basit beden hareketlerini kullanma durumu
10	Çocuğun sebepsiz yere bir yere odaklanma durumu
11	Yaş (Ay)
12	Cinsiyet
13	Etnik köken
14	Sarılık hastalığını geçirme durumu
15	Ailede otistik spektrum bozukluğu var mı
16	Verileri kimin girdiği (Aile/Başkası)

Çalışmada ilk olarak gözetimli makine öğrenme modelleri anlatılan sıra ile uygulanmıştır. Çalışmada konu ile ilgili toplam 1054 örnek bulunmaktadır. Bu örneklerin 844'ü eğitim (%80), 210'u da test (%20) için kullanılmıştır.

3.1. K-En yakın komşuluk (K-Nearest neighbors)

K-en yakın komşu algoritmasında, öznitelik uzayındaki ele alınan bir noktanın etrafında bulunan komşuları ile arasındaki mesafeye bakılarak kümeleme işlemi yapılmaktadır (Alpaydin, 2020).

Tablo 3. K-en yakın komşuluk başarımları sonuçları (K-nearest neighborhood performance results)

Uzaklık fonksiyonu	Komşuluk sayısı (K)	Başarımları sonucu (%)
Minkowski	3	91,9102
	5	95,7143
	7	95,2017
Öklid	3	91,9090
	5	95,7143
	7	95,0387
Manhattan	3	95,1709
	5	96,6667
	7	97,1265
Chebyshev	3	82,9013
	5	87,1429
	7	86,0722

Gerçekleştirilen çalışmada farklı komşuluk sayıları ve farklı mesafe ölçüm fonksiyonları kullanılmış olup, elde edilen başarımları sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Elde edilen kümeleme sonuçları, veri setindeki sınıf bilgileri ile de kıyaslanmıştır.

K-en yakın komşuluk algoritmasında, yeni gelen verilerin komşuları ile arasındaki mesafeler ölçüldüğünde, seçilen k değeri çift sayı ise, hastalığa sahip kişilere ait veriler ile sağlıklı kişilere ait veriler arasındaki mesafe eşit çıkabilmektedir. Bu durumda kümeleme açısından problem oluşturabilmektedir. Bu nedenle çalışmada k değeri tek sayı seçilmiştir.

3.2. Destek vektör makineleri (Support vector machine)

Örnek sayısının fazla olması ve her bir örneğe ait 16 adet öznitelik bulunması, veri kümesinin büyümesine neden olmuştur. Bunun sonucunda da SVM'nin eğitilmesinde ciddi hesaplama maliyeti oluşmaktadır. Bu hesaplama maliyetini en aza indirmek için sınıflandırma işlemi öncesinde öznitelik seçme işlemi gerçekleştirilmiştir. Öznitelik seçme işlemi sonucunda SVM'de kullanılan parametreler Tablo 4'de sunulmuştur. Öznitelik seçme işlemi uygulandıktan sonra elde edilen başarımları sonuçları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 4. SVM'de kullanılan parametreler (Parameters used in SVM)

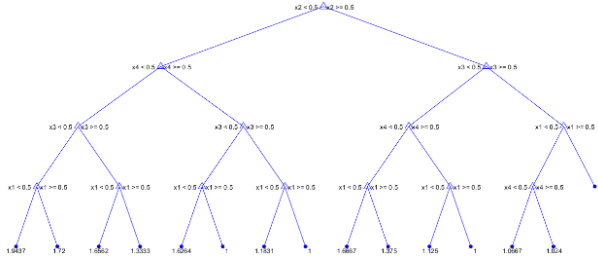
Parametre	Değeri
Çekirdek Fonksiyonu	Gaussian
Çekirdek Ölçeği	47,8300
Çözüm Fonksiyonu	Sıralı min. opt. (SMO)
İterasyon	1.000.000

Tablo 5. SVM yönteminden elde edilen başarımları sonucu (Performance result from SVM method)

Giriş no	Başarımları sonucu (%)
3	68,5714
11	67,6190
7,15	81,4286
8,9	85,7143
5,6,7	83,8095
9,10,11	82,8571
3,5,6,7	84,2857
13,14,15,16	68,5714
5,6,7,8, 9,10,11,12	91,4286
Tümü	100

3.3. Karar ağaçları (Decision trees)

Uygulamada çoklu sınıflandırma için CART (Classification And Regression Trees), ikili karar ağacı algoritması kullanılmıştır. Bu algoritmaya veri setindeki girişler, tek-tek ve farklı kombinasyonlar halinde girilmiştir. Elde edilen karar ağacı yapısında herhangi bir budama işlemi yapılmamıştır. Çalışmada iyi sonuç elde edilebilen örnek bir karar ağacı yapısı Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Karar ağacı yapısı (Decision tree structure)

Bu yapıda maksimum karar sayısı 2, 3, 4 olarak test edilmiş olup, karar sayısı 2 olarak belirlendiğinde en iyi sonuç elde edilmiştir. Veriler için çapraz doğrulama işleminde de 10 değeri kullanılmıştır.

Elde edilen başarımlar sonuçları, veri setinin kullanılan girişleri, yaprak sayısı ve karar ağacının boyutu Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Karar ağacı sonuçları (Results of decision tree)

Giriş no	Yaprak sayısı	Ağacın boyutu	Başarımlar sonucu (%)
3	2	1	82,1703
11	25	13	78,6788
7,15	4	2	85,3668
5,6,7	8	3	91,0956
9,10,11	63	12	85,4653
3,5,6,7	15	4	91,9528
13,14,15,16	50	8	79,0225
5,6,7,8, 9,10,11,12	73	13	91,5030
Tümü	49	9	93,3956

Çalışmada gözetimli makine öğrenmesi modelleri uygulandıktan sonra makalede anlatılan sıra ile gözetimsiz öğrenme modelleri test edilmiştir.

3.4. K-Ortalamalar algoritması (K-Means algorithm)

Çalışmada kullanılan girişler sırasıyla tek-tek ve farklı gruplar halinde, K-Ortalamalar algoritmasında uygulanmıştır. Algoritma ilk çalıştırıldığında küme merkezleri rastgele atanmaktadır. Bu nedenle algoritma on kez arka arkaya çalıştırılarak sistemin ürettiği kümeleme başarımlar değerlerinin ortalaması alınmıştır.

Ayrıca kümeleme sonucunda elde edilen sınıf bilgileri, uzman kişilerce oluşturulan veri setindeki bilgiler ile kıyaslanmış olup, sonuçlar Tablo 7'de listelenmiştir.

K-Ortalamalar algoritmasında literatürde kullanılan farklı uzaklık fonksiyonları ile verdiği başarımlar sonuçları da Tablo 7'de sunulmuştur. Tablo 7'den de anlaşılacağı üzere bazı özelliklerin kümeleme performansını olumsuz yönde etkilediği görülmektedir.

Tablo 7. K-Ortalamalar algoritmasının sonuçları (Results of K-Means algorithm)

Giriş no	Uzaklık fonksiyonu	Başarımlar sonucu (%)
3	Öklid	57,5278
	Manhattan	36,0015
11	Öklid	53,5732
	Manhattan	51,2702
7,15	Öklid	79,1042
	Manhattan	17,3553
5,6,7	Öklid	86,6224
	Manhattan	12,4563
9,10,11	Öklid	56,0152
	Manhattan	49,3581
3,5,6,7	Öklid	81,8721
	Manhattan	88,8069
13,14,15,16	Öklid	50,7816
	Manhattan	46,7540
5,6,7,8, 9,10,11,12	Öklid	55,0871
	Manhattan	48,0047
Tümü	Öklid	54,1976
	Manhattan	45,8319

3.5. Temel bileşen analizi (Principal component analysis)

Temel bileşen analizi, veri setindeki anlamlı bilgileri ortaya çıkarmak için kullanılan, istatistiksel bir yöntemdir. Bu yöntemin genel amacı, verinin çeşitliliğini daha iyi yakalayacak yeni bir boyut takımının bulunmasıdır (Berkhin, 2002). Çalışmada kullanılan girişler ve sonuçları Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. PCA analiz sonuçları (Results of PCA analysis)

Giriş no	Doğru	Yanlış	Başarımlar sonucu (%)
3	728	326	69,0702
11	523	531	49,6205
7,15	764	290	72,4858
8,9	740	314	70,2087
5,6,7	797	257	75,6167
9,10,11	826	228	78,3681
3,5,6,7	864	190	81,9734
13,14,15,16	883	171	83,7761
5,6,7,8, 9,10,11,12	886	168	84,0607
Tümü	889	165	84,3454

3.6. Birliktelik kuralları (Association rules)

Birliktelik kural analizinin yapılabilmesi için kullanıcının en az destek ve güven değerlerini belirlemesi gerekmektedir. Bu değerlerin yüksek belirlenmesi düşük sayıda kuralın ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Aynı durum bu değerlerin çok düşük belirlenmesinde de çok fazla kuralın ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle gerçekleştirilen testler neticesinde en az destek değeri 0,50 ve en az güven değeri de 0,25 olarak test edildiğinde elde edilen kural sayısının ideal olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 9. Birliktelik analizi (Association rules analysis)

Kural no	X	Y	Destek(%)	Güven(%)
1	3	1	81,81	37,50
2	3	2	100	45,43
3	3	1,2	81,81	37,50
4	3	2,12	54,54	25,00
5	3	12	54,54	25,00
6	1,2	8	81,81	100
7	1,3	2	81,81	100
8	2,3	1	81,81	81,81
9	2,3	12	54,54	54,54
10	2,12	3	54,54	100
11	3,12	2	54,54	100

En az destek ve güven seviyesinde hesaplanan her bir kural Tablo 9'da listelenmiştir. Tablo 9'da 1 numaralı kurala göre, bütün veri setinin %81,81'inde çocuğun bir şey istediğinde onu işaret ettiği ve kendi ismiyle hitap edildiğinde baktığı görülmektedir. Güven değeri ise, bu çocukların %37,50'sinin OSB olma durumunu ifade etmektedir.

4. Sonuçlar (Conclusions)

Gerçekleştirilen çalışmada 12-36 ay arasındaki çocuklarda OSB teşhisinin yapılabilmesi için, gözetimli ve gözetimsiz olmak üzere toplam altı farklı makine öğrenme algoritması test edilmiştir. Yapılan bu testler sonucunda;

- K-En yakın komşuluk algoritmasında Manhattan uzaklık fonksiyonu ve 8 komşuluk ile %97,1265 başarı oranı elde edilmiştir.
- Destek vektör makinelerinde, Gaussian çekirdek fonksiyonu ve 47,83 çekirdek ölçeği ile veri setinde ki tüm girişler kullanılarak %100 başarı oranı elde edilmiştir. Buna karşın bütün özniteliklerin giriş olarak kullanılması, hesaplama maliyetini arttırmıştır.
- Karar ağacı yapısında, herhangi bir budama işlemi yapılmadan ve veri setindeki tüm özniteliklerin kullanılması ile 49 yapraklı 9 basamaklı bir ağaç yapısı oluşturulmuştur. Bu yapıda en fazla %93,3956 başarı oranı elde edilmiştir.
- K-Ortalamar algoritması ile Tablo 2'de gösterilen 3, 5, 6, ve 7 nolu öznitelikler ile Manhattan uzaklık fonksiyonu kullanılarak %88,8069 başarı oranı elde edilmiştir.
- Temel bileşen analizi algoritmasıyla Tablo 2'de gösterilen tüm öznitelikler kullanılarak 1054 veriden 889 tanesi doğru, 165 tanesi yanlış olarak sınıflandırılarak en fazla %84,3454 başarı oranı elde edilmiştir.
- Birliktelik kuralları algoritmasında en az destek değeri 0,50 ve en az güven değeri de 0,25 olarak kullanıldığında, 6 ve 7 numaralı kurallara göre %81,81 destek oranı ile %100 güven ile gerçekleştirmek mümkün iken, 10. ve 11.

kurallarda %54,54 destek oranı ile %100 güvenli sonuç bulmak mümkündür.

Yapılan çalışmadan da görüldüğü üzere, K-En yakın komşuluk algoritmasında (%97,1265) ve destek vektör makinelerinde (%100) yüksek başarı oranları elde edilmiştir. Elde edilen en iyi sonuçlardan ikisinin de gözetimli makine öğrenmesi yöntemi olması, kullanılan veri seti için gözetimli makine öğrenme yöntemlerinin, gözetimsiz makine öğrenme yöntemlerine göre daha yüksek başarı oranı sağladığını ortaya çıkarmaktadır.

Çalışma sonucunda, 12-36 ay arasındaki çocuklarda OSB teşhisinin yüksek doğrulukta yapılabilmesinde, ailelere ve uzman sağlık personeline yardımcı olabilecek bir yazılım geliştirilmiştir.

Kaynaklar (References)

- Agrawal, R., Ramakrishnan, S., 1994. "Fast Algorithms for Mining Association Rules." Pp. 487-99 in Proc. 20th int. conf. very large data bases, VLDB. Vol. 1215.
- Alpaydin, E., 2020. "Introduction to Machine Learning" MIT press.
- Berkhin, P., 2002. 2nd. "Survey of Clustering Data Mining Techniques", Accrue Software Inc.
- Cho, S., Mark, L., Neville, R., Meredith, C., Robert, T. S., Julia, P. M., 2019. "Automatic Detection of Autism Spectrum Disorder in Children Using Acoustic and Text Features from Brief Natural Conversations." Proc Interspeech. Graz, Austria.
- Cover, T. M., Hart, P., 1967. "Nearest Neighbor Pattern Classification." IEEE Transactions on Information Theory IT13(1):21-27.
- Çürükoğlu, N., 2019a. "Automated Demand / Suggestion Systems." Pp. 762-66 in 2019 4th International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK).
- Çürükoğlu, N., 2019b. "Imbalanced Dataset Problem in Classification Algorithms." Pp. 1-5 in 2019 1st International Informatics and Software Engineering Conference (UBMYK).
- Dawson, G., Guillermo, S., 2019. "Potential for Digital Behavioral Measurement Tools to Transform the Detection and Diagnosis of Autism Spectrum Disorder." JAMA Pediatrics, 173(4):305-6.
- Dogan, N., Ozdamar, K., 2003. "Chaid Analizi ve Aile Planlaması İle Bir Uygulama." T. Klin Tıp.
- Edureka. 2020. "Understanding K-Means Clustering with Examples." Retrieved (<https://www.edureka.co/blog/k-means-clustering/>).
- Eker, M.E., Oktaş, R., Kayhan, G., 2015. "Apriori Algoritması ve Türkiye'deki Örnek Uygulamaları." Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Eslami, T., Mirjalili, V., Fong, A., Laird, A.R., Saeed, F., 2019. "ASD-DiagNet: A Hybrid Learning Approach for Detection of Autism Spectrum Disorder Using FMRI Data" Frontiers in Neuroinformatics 13:70.
- Huang, J., Lu, J., Ling, C.X., 2003. "Comparing Naive Bayes, Decision Trees, and SVM with AUC and Accuracy." Pp. 553-56 in Third IEEE International Conference on Data Mining. IEEE.

- Kantardzic, M., 2011. *Data Mining: Concepts, Models, Methods, and Algorithms*. John Wiley & Sons.
- Kayaalp, K., Metlek, S., 2020. "Otistik Spektrum Bozukluğunun Derin Öğrenme Yöntemi Ile Tespiti." P. 117 in 1. Uluslararası Sağlık Bilimlerinde Multidisipliner Çalışmalar Kongresi. İstanbul, Türkiye.
- Lu, W., Wang, W., Leung, A.Y.T., Lo, S.M., Yuen, R.K.K., Xu, Z., Fan, H., 2002. "Air Pollutant Parameter Forecasting Using Support Vector Machines." Pp. 630–35 in *Proceedings of the 2002 International Joint Conference on Neural Networks. IJCNN'02 (Cat. No. 02CH37290)*. Vol. 1. IEEE.
- Metlek, S., 2018. "Yapay Sinir Ağı Ile Otistik Spektrum Bozukluğunun Tespiti." Pp. 717–18 in 1. Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi. Burdur, Türkiye.
- Sayad, S., 2015. "Support Vector Machine - Classification (SVM)." http://www.saedsayad.com/support_vector_machine.htm.
- Seidman, C., 2001. *Data Mining with Microsoft SQL Server 2000: Technical Reference*. Vol. 7. Microsoft Press.
- Shahamiri, R., Thabtah, F., 2018. "AutismAI: Autism Screening Mobile Application Based on Machine Learning." Retrieved (www.asdtests.com).
- Shen, J., Pei, Z.J., Lee, E.S., 2004. "Support Vector Regression in the Analysis of Soft-Pad Grinding of Wire-Sawn Silicon Wafers." Pp. 19–24 in *International Conference on Cybernetics and Information Technologies, Systems and Applications/ The 10th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis*.
- Taburoğlu, S., 2019. "A Survey on Anomaly Detection and Diagnosis Problem in the Space System Operation." *Zeki Sistemler Teori ve Uygulamaları Dergisi* 2(1):13–17.
- Tan, P.N., Steinbach, M., Kumar, V., 2005. *Introduction to Data Mining*: Pearson Addison Wesley." Boston.
- Tan, P.N., Steinbach, M., Kumar, V., 2016. *Introduction to Data Mining*. Pearson Education India.
- Taşcı, E., Onan, A., 2016. "K-En Yakın Komşu Algoritması Parametrelerinin Sınıflandırma Performansı Üzerine Etkisinin İncelenmesi." *Akademik Bilişim*.
- Thabtah, F., 2018. "No Title." Retrieved (<http://fadifayez.com/publications/#datasets>).
- Thabtah, F., Peebles, D., 2019. "A New Machine Learning Model Based on Induction of Rules for Autism Detection." *Health Informatics Journal* 1460458218824711.
- Ülgen, E.K., 2017. "Makine Öğrenimi Bölüm-1." Retrieved (<https://medium.com/bilişim-hareketi/makine-öğrenimi-bölüm-1-f601b7225565>).
- Yıldız, E., Sevim, Y., 2016. "Comparison of Linear Dimensionality Reduction Methods on Classification Methods." Pp. 161–64 in *2016 National Conference on Electrical, Electronics and Biomedical Engineering (ELECO)*.
- Yumuş, D., 2019. "Sar İmgelerinde Gözetimsiz Sınıflandırma Yöntemleri Ile Arazi Örtüsü Sınıflandırması."