

# Technologisch, ethisch, ökologisch und rechtlich Aspekte der Robotik

Ildar Begishev<sup>1</sup>, Zarina Khisamova<sup>2,\*</sup>, und Vitaly Vasyukov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kasaner Innovative Universität, benannt nach VG Timiryasov, Kasan, Moskovskaya Str., 42, Russland

<sup>2</sup>Krasnodar-Universität des Innenministeriums der Russischen Föderation, Krasnodar, Jaroslawskaia-Str., 128, Russland

<sup>3</sup>Moskauer Staatliches Institut für internationale Beziehungen (Universität), Orel-Rechtsinstitut des Ministeriums für Innere Angelegenheiten Russlands, benannt nach VV Lukyanov, Moskau, Vernadsky Av., 76, Russland

**Abstrakt.** Die Robotik wird von modernen Forschern aus verschiedenen Positionen betrachtet. Der gebräuchlichste technische Ansatz zur Untersuchung dieses Konzepts, der den aktuellen Stand und die Errungenschaften auf dem Gebiet der Robotik sowie die Aussichten für ihre Entwicklung untersucht. Darüber hinaus haben Rechtsexperten in den letzten Jahren häufig damit begonnen, sich mit Problemen im Zusammenhang mit der Entwicklung der Robotik zu befassen, wobei der Schwerpunkt auf Fragen der Rechtspersönlichkeit von Robotern lag künstliche Intelligenz sowie die Verantwortung der KI für die Verursachung von Schaden. Eine eigene Richtung im Bereich der Robotikforschung ist die Analyse dieses Konzepts und der damit verbundenen Beziehungen unter moralischen, ethischen und technologischen Gesichtspunkten.

## 1. Einleitung

Zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten widmen sich verschiedenen Robotertypen, darunter Radrobotern, Flugzeugen, tragbaren Geräten, Nanorobotern, humanoiden Robotern und anderen Robotertypen. Darüber hinaus widmen sich gesonderte Studien den Anwendungsbereichen der Robotik, darunter Medizin, Sicherheit, Landwirtschaft, Raumfahrt, Industrie usw.

Das größte Interesse der Forscher gilt in den letzten Jahren der Flugrobotik, Quadrocoptern und anderen Arten unbemannter Luftfahrzeuge. Die aktive Entwicklung von Robotern, die für die physische Interaktion mit Menschen in einer kollaborativen Arbeitsumgebung konzipiert sind, eröffnet uns neue Möglichkeiten, bringt aber auch gewisse Probleme mit sich. Die Roboterethik entstand aus einem größeren Bereich der Ingenieursethik und ihrem Unterbereich, der Computerethik. Der erste Kern der Roboterethik war das Problem der Schaffung von Robotern, die den Menschen keinen Schaden zufügen würden. Dementsprechend hängt sein Ursprung sowohl mit den Gesetzen von A. Asimov als auch mit traditionellen technischen Problemen zusammen, die auf die Schaffung sicherer Werkzeuge abzielen [1].

Sicherheitsfragen waren für Roboter zunächst nicht so relevant, da sie zu Beginn ihres Erscheinens isoliert von Menschen arbeiteten, meist in Fabriken und oft in Überwachungskameras. Da Roboter immer leistungsfähiger wurden und sich abzeichnete, dass sie bald in die soziale Welt eintreten würden, wurden die Fragen einer sicheren Roboter-Mensch-Interaktion immer akuter [2].

---

\* Korrespondierender Autor: [zarahisamova@gmail.com](mailto:zarahisamova@gmail.com)

In diesem Artikel haben wir versucht, den Zusammenhang zwischen technologischen, ethischen und ethischen Aspekten aufzuzeigen rechtliche Aspekte der Entwicklung der Robotik.

## 2 Methoden

Die methodische Grundlage der Forschung ist ein systematischer Ansatz zur Untersuchung der ethischen, rechtlichen und technologischen Grundlagen der Anwendung und Entwicklung der Robotik. Im Rahmen der Forschung wurden die wichtigsten Problemaspekte im Zusammenhang mit der Entwicklung robotischer Systeme klassifiziert und analysiert. Bei der Verarbeitung des eigentlichen Materials wurden traditionelle wissenschaftliche Methoden wie Dialektik, Logik, die Methode der wissenschaftlichen Verallgemeinerungen, Inhaltsanalyse, vergleichende Analyse, Synthese, Quellenforschung usw. verwendet. Ihre Anwendung ermöglichte es, die Gültigkeit der Analyse, der theoretischen und praktischen Schlussfolgerungen und der entwickelten Vorschläge sicherzustellen.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Grundlagen der Roboethik

Der 2006 von den Forschern Veruggio und Operto geprägte Begriff „Roboethik“ vereint verschiedene Aspekte der angewandten Ingenieurethik im Kontext der Robotik. Ein zentraler Aspekt der Roboterethik sind die Gefühle und Wahrnehmungen der Menschen gegenüber Robotern. Dazu gehören eine Reihe psychologischer und verhaltensbezogener Ansätze, die berücksichtigen, wie sehr sich Menschen mit Robotern identifizieren oder glauben, dass sie Überzeugungen und Gefühle wie Menschen oder möglicherweise wie Tiere haben [3].

Eine Reihe von Quellen untersucht auch die verschiedenen psychologischen Beziehungen, die Menschen mit ihren Roboterbegleitern in klinischen Umgebungen entwickeln, und erforscht die Beziehung zwischen Emotionen und Moral sowie die Konsequenzen der Modellierung emotionaler Qualitäten bei Robotern, die nicht zu echten Emotionen fähig sind [4].

Einige Autoren betonen außerdem das akuteste Problem der Robotik: Wenn es die Wahl zwischen menschlichem Leben und dem „Leben“ eines autonomen Roboters gibt, welche Wahl sollte dann getroffen werden? [5].

A. Tübert schlug vor, dass ethische künstliche Intelligenz geschaffen werden könnte. Der Autor glaubt, dass wir bei der Entwicklung ethischer künstlicher Intelligenz vor einem Dilemma stehen: Entweder müssen wir in der Lage sein, Ethik als eine Reihe von Regeln zu kodifizieren, oder wir müssen die Fähigkeit der Maschine wertschätzen, ethische Fehler zu machen, damit sie Ethik lernen kann, wie es Kinder tun. Keiner dieser Wege scheint sehr vielversprechend zu sein, obwohl eine Reflexion über die Schwierigkeiten bei jedem von ihnen vielleicht zu einem besseren Verständnis der künstlichen Intelligenz und uns selbst führen kann. Die Tatsache, dass wir sehr wenig Toleranz gegenüber ethischen Fehlern bei Maschinen haben, hängt mit der Möglichkeit zusammen, dass Roboter ethisches Verhalten lernen, indem sie nachahmen, wie Kinder es lernen.

Die Autoren schlagen vor, einen ähnlichen Ansatz wie im Internet zu verwenden: to die Handlungen der KI aus ethischer Sicht bewerten und den Schaden berücksichtigen Dies kann durch den Roboter verursacht werden [6].

BP Green ist der Ansicht, dass das Problem der Roboterethik im Kontext von Transparenz, positivem und negativem Einsatz von KI, Voreingenommenheit, Arbeitslosigkeit, sozioökonomischer Ungleichheit und dem menschlichen Faktor betrachtet werden sollte. Gleichzeitig kann ein enger Kontakt mit KI und eine eingeschränkte Kommunikation in der Gesellschaft, wie der Autor glaubt, zu Einsamkeit, Isolation, Depression, Stress, Angstzuständen und Sucht führen. In diesem Zusammenhang kommt der Autor bei der Analyse der oben genannten Probleme zu dem Schluss, dass es notwendig ist, bei der Entwicklung ethischer Prinzipien der Robotik einen goldenen Mittelweg zu finden [7].

Im Mittelpunkt der Ethik von Robotern stehen ihr Einsatz bei der Betreuung von Kindern, kranken oder behinderten Menschen sowie die medizinischen Aspekte der Robotik. Während viele Aktivitäten von Robotern ausgeführt werden können, ohne menschliche Eigenschaften oder Qualitäten zu zeigen (vorausgesetzt, sie verfüge

ausreichende maschinelle Intelligenz und Geschicklichkeit), solche Eigenschaften sind in der Pflege notwendig des Menschen. Insbesondere die Betreuung besonders gefährdeter Gruppen, u. a. Kinder, ältere Menschen, Kranke und Verwundete erfordern mehr Menschlichkeit als andere Arten von Arbeit [8].

Forscher betrachten das Thema Roboterbetreuer aus unterschiedlichen Perspektiven und für unterschiedliche Bevölkerungsgruppen. Ähnliche Fragen stellen sich bei der Entwicklung von Robotern, die sexuelle Dienste und informelle Kommunikation anbieten sollen [9].

### 3.2 Moralische Verantwortung von Robotern

Dementsprechend ist die Frage der moralischen Verantwortung von Robotern heute durchaus relevant. Ist Gibt es immer noch eine Debatte darüber, ob Moral ein wichtiges Merkmal eines Roboters ist, wenn er mit Menschen interagiert? Besteht die Notwendigkeit, dem Roboter die Fähigkeit zu geben, die moralische Bedeutung von Situationen und Handlungen zu interpretieren, moralische Urteile zu fällen usw. Die Frage bleibt offen [10].

Moralische Verantwortung steht auch im Werk von G. Dodig-Crnovic und seinen Co-Autoren im Vordergrund [11]. Die Autoren weisen darauf hin, dass der zunehmende Einsatz autonomer, lernender intelligenter Systeme zu einer neuen Herangehensweise an die Aufgabenverteilung zwischen Menschen und technischen Artefakten führt und die Untersuchung der damit verbundenen Aufgabenteilung für deren Entwurf, Produktion, Einführung und Nutzung erzwingt.

Nach Ansicht der Autoren sollte das Hauptaugenmerk auf die moralische Verantwortung bei der Vermittlung intelligenter Systeme und der durch intelligente Systeme vermittelten Produzenten-Benutzer-Beziehungen gelegt adaptive und autonome Technologien. Die Autoren vertreten das Argument, dass einem intellektuellen Artefakt „Verantwortung“ im selben Kontext zugeschrieben werden kann, in dem ihnen „Intelligenz“ zugeschrieben wird. Sie argumentieren, dass die Existenz eines Systems, das sich um die intelligente Ausführung bestimmter Aufgaben „kümmert“, aus eigenen und fremden Erfahrungen lernt und autonome Entscheidungen trifft, uns Anlass gibt, von KI als einem System zu sprechen, das „für die Aufgabe verantwortlich“ ist [ 11].

Zweifelloos ist jede Hochtechnologie, bei der eine Person in engen Kontakt mit einer Maschine kommt, für eine Person moralisch bedeutsam, sodass „Verantwortung für eine Aufgabe“ mit moralischen Konsequenzen als moralische Verantwortung angesehen werden kann. Allerdings sind technologische Fortschritte im Bereich der Robotik im gegenwärtigen Entwicklungsstadium kaum darauf zurückzuführen [11].

In der Literatur gibt es die Meinung, dass Roboter oder, wie sie genannt werden, technologische Artefakte Produkte menschlicher Konstruktion sind, die von unseren Werten und Normen geprägt sind. Sie können als Teil eines sozialen und technologischen Systems mit verteilter Verantwortung betrachtet werden, ähnlich wie kritische Sicherheitstechnologien wie Kernkraft oder Verkehr. Und hier sollte der Entwickler die volle Verantwortung für die Folgen von Robotern tragen [12]. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass niemals alle möglichen anormalen Betriebsbedingungen des Systems auftreten können, da kein System für alle möglichen Einsatzsituationen getestet werden kann, liegt es in der Verantwortung des Herstellers, die ordnungsgemäße Funktion des Systems unter einigermaßen vorhersehbaren Bedingungen sicherzustellen Umstände. Sollte es zu Unfällen kommen, sollten zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen ergriffen werden, um deren Folgen abzumildern [12]. Dementsprechend sollten eine Reihe von Sicherheitsbarrieren für autonome intelligente und lernende Systeme eingerichtet werden, um unerwünschte, möglicherweise katastrophale Folgen zu verhindern.

Laut G. Dodig-Crnovic und seinen Co-Autoren kann die Frage der Verantwortung in kritischen intelligenten Sicherheitssystemen praktisch auf diese Weise gelöst werden Ebenso wie die Frage der Sicherheit in „kritischen intelligenten Systemen“, auf die sie beispielsweise die Nuklearindustrie und den Verkehr beziehen [11].

### 3.3 Ethische Problematik des Einsatzes von Servicerobotern

Die weit verbreitete Einführung von Servicerobotern war das Ergebnis mehrerer Entwicklungen, die es Robotern ermöglichten, mobile, interaktive Maschinen zu werden. Es wurden komplexe Steuerungsalgorithmen entwickelt, die mit Fortschritten in der Sensortechnologie, der Nanotechnologie, den Materialwissenschaften, dem Maschinenbau und der Hochgeschwindigkeitsminiaturisierung kombiniert wurden

Rechnen [13].

Im Bereich der Servicerobotik haben japanische und südkoreanische Unternehmen Kinderbetreuungsroboter entwickelt, die über integrierte Videospiele verfügen, Wortquiz durchführen, Sprache, Gesichter usw. erkennen können. Mobilität und halbautonome Funktion sind ideal für die visuelle und akustische Überwachung; Radiofrequenz-Identifikationsetiketten warnen, wenn Kinder außer Reichweite sind.

Studien über Roboter-Nannies in den USA und Japan haben die enge Verbindung und Bindung der Kinder zu ihnen gezeigt. Allerdings leisten solche Roboter nicht die nötige Pflege, und Kinder brauchen immer noch menschliche Aufmerksamkeit.

Aufgrund der physischen Sicherheit, die die Roboter-Nannies bieten, können Kinder viele Stunden am Tag oder möglicherweise mehrere Tage lang keinen Kontakt zu Menschen haben, und die möglichen psychologischen Auswirkungen unterschiedlicher Grade sozialer Isolation auf die Entwicklung sind unbekannt. Was passiert, wenn der Elternteil das Kind in sicheren Händen lässt?

der zukünftige Roboterpädagoge praktisch ohne an seiner Erziehung teilzunehmen? Bisher gibt es keine Antwort auf die Frage, welche Folgen ein längerer Kontakt mit Robotern auf Säuglinge haben wird, wenn keine Person am Bildungsprozess beteiligt ist. [14].

So haben Studien zur frühen Entwicklung von Affen gezeigt, dass es bei jungen Tieren, die nur Bindungen zu unbelebten Objekten entwickeln dürfen, zu schwerwiegenden sozialen Störungen kommt [14]. Dementsprechend besteht das potenzielle Problem einer Verringerung der sozialen Anpassung und der Entwicklung einer möglichen Depression bei Kindern, eine gesetzgeberische Konsolidierung der Verantwortung für die „soziale Isolation von Kindern in der Robotergesellschaft“ in der modernen Gesetzgebung findet jedoch nicht statt. Es gibt auch keine ethischen Leitlinien einer internationalen Gemeinschaft, wie mit diesem Problem umgegangen werden soll [14].

Serviceroboter stellen nur einen von vielen ethisch problematischen Bereichen dar, die durch das rasante Wachstum und die Verbreitung vielfältiger Anwendungen im Bereich der Robotik bald entstehen werden. Wissenschaftler und Ingenieure, die in diesem Bereich tätig sind, sollten sich der potenziellen Gefahren ihrer Arbeit bewusst sein. [15].

### 3.4 Ethische Problematik des Einsatzes von Medizinrobotern

Die Einführung medizinischer Roboter hat auch die Frage nach der Anwendung besonderer ethischer Standards auf solche Roboter aufgeworfen. Die medizinische Ethik selbst basiert auf Grundsätzen im Zusammenhang mit der medizinischen Praxis sowie der Pflege und Behandlung von Patienten, zu denen Gewaltlosigkeit, Nächstenliebe, Respekt für die Autonomie des Patienten und Gerechtigkeit gehören [16].

Es ist die moralische Pflicht von Ärzten, im besten Interesse der Patienten zu handeln und ihnen nicht zu schaden. Dies umfasst jedoch nicht nur die medizinischen Aspekte der Patienten, sondern bestimmt auch die Gesamtqualität ihres Lebens: die Verantwortung, ihre Lebensqualität zu gewährleisten und aufrechtzuerhalten. Wohlbefinden unter Berücksichtigung der individuellen Wünsche und Werte des Patienten.

Das Konzept der Autonomie ist umfassend und hat daher Auswirkungen auf andere wichtige ethische Themen, einschließlich Verantwortung, Einwilligung nach Aufklärung und Vertraulichkeit. Es ist jedoch auch ein zentrales Thema für sich und wird in klinischen und ethischen Diskussionen thematisiert. Also, Zu den neuesten neurotechnischen Entwicklungen zählen „Brain Computer Interfaces“ (BCI), Dabei handelt es sich um eine Kommunikation zwischen dem Gehirn und externen Geräten dass Gehirnsignale in Befehle für Ausgabegeräte umgewandelt werden, um gewünschte Aktionen auszuführen, hauptsächlich um nützliche Funktionen für Menschen mit neuromuskulären Störungen wiederherzustellen.

Brain-Computer-Interfaces (BCI) empfangen Gehirnsignale, analysieren sie und übersetzen sie in Befehle, die an Ausgabegeräte übermittelt werden, die die gewünschten Aktionen ausführen.

Die Schwierigkeit, rationale Entscheidungen zu treffen, die den Bedürfnissen und Rechten der Patienten in Bezug auf ihre Autonomie entsprechen, besteht darin, dass neurologische Eingriffe mit Unsicherheit über ihre wahrscheinlichen Ergebnisse und die Art der damit verbundenen Risiken einhergehen [17].

Guang-Zhong Yang und seine Co-Autoren stellen fest, dass die medizinische Robotik einen der am schnellsten wachsenden Sektoren in der Medizingeräteindustrie darstellt. Die regulatorischen, ethischen und rechtlichen Hürden, die medizinischen Robotern auferlegt werden, erfordern eine sorgfältige Abwägung verschiedener Autonomieebenen sowie des Kontexts ihres Einsatzes [18].

Für autonome Fahrzeuge sind Automatisierungsgrade definiert, für medizinische Roboter gibt es jedoch keine derartigen Definitionen. Die Autoren schlagen eine Definition von 6 Ebenen der Roboterautonomie vor und gehen davon aus, dass Roboter der Ebenen 1–4 Performer sind, d. h. eine Person, die spezielle Befehle gibt und ihre Aktivitäten kontrolliert, nimmt an ihren Aktivitäten teil. Roboter der Stufen 5–6 sind nahezu vollständig autonom; Auch ihre Tätigkeit unterliegt Risiken, ebenso wie die Tätigkeit eines Facharztes. Die Autoren gehen davon aus, dass Folgendes zu erwarten ist: Neben der Entwicklung von Technologien wird sich auch die Risikotoleranz autonomer Roboter ändern [19].

### 3.5 Kriminelles Verhalten von Robotern

Die Gesellschaft war schon lange besorgt über die Auswirkungen der Robotik, noch bevor die Technologie realisierbar wurde. Seit dem ersten Erscheinen dieser Kategorie auf den Seiten literarischer Werke und wissenschaftlicher Veröffentlichungen konzentrieren sich ihre Autoren auf die Warnung vor Programmierfehlern, den Folgen neu entstehenden Verhaltens und anderen Problemen, die Roboter unberechenbar und potenziell gefährlich machen [20].

Die Robotikindustrie entwickelt sich rasant. Es weist auf die Notwendigkeit hin, darauf zu achten die Ethik von Robotern, insbesondere weil der Konsens in ethischen Fragen normalerweise nur langsam mit der Technologie Schritt hält, was zu einem „politischen Vakuum“ führen kann [21].

Rolf H. Weber ist davon überzeugt, dass soziale und ethische Werte mit rechtlichen in Einklang gebracht werden müssen. Normen gilt es folgende Fragen zu beantworten, die sich aus dem normativen Gesellschaftsbegriff ergeben [14]:

- Entsprechen KI-Prozesse so grundlegenden Prinzipien wie den Menschenrechten und Nichtdiskriminierung?
- Beruht die automatisierte Entscheidungsfindung zumindest in Bezug auf eine ausreichende Rechtsgrundlage? zu Managementfragen?
- Entspricht die automatisierte Entscheidungsfindung allen geltenden datenschutzrechtlichen Anforderungen?
- Wer ist für die Überwachung sozial verantwortlicher Aktivitäten verantwortlich und trägt die Verantwortung dafür? Fall eines Fehlers durch Algorithmen?

Unter Berücksichtigung der Antworten auf diese Fragen ist es laut Autor notwendig, die Bemühungen zur Entwicklung eines integrierten Ansatzes für die sozioethische und rechtliche Dimension von Wertkonzeptualisierungen zu intensivieren, die sich auf potenziell symbiotische Beziehungen zwischen Mensch und KI konzentrieren [22].

## 4. Diskussion

Weltweit wird heute in großem Umfang an verschiedenen Techniken der künstlichen Intelligenz im Bereich der Robotik geforscht. Die meisten Arbeiten widmen sich dem maschinellen Lernen, insbesondere den Methoden des Deep Learning. Einige Studien haben sich auf den Einsatz künstlicher Intelligenztechniken zur Lösung von Problemen im Zusammenhang mit adaptiver Steuerung, semantischer Szenenerkennung, intelligenten Steuerungssystemen usw. konzentriert.

Stark, Peters & Rueckert [23] schlugen einen neuen Ansatz vor, um dem Roboter durch Wissenstransfer neue Fähigkeiten beizubringen. Um dem Roboter eine neue Fähigkeit beizubringen, ist es notwendig, viel Zeit damit zu verbringen, alle möglichen Konfigurationen und Zustände des Roboters durchzugehen.

Um dieses Problem zu lösen, wird vorgeschlagen, den Suchraum durch Initialisierung durch Lösen eines ähnlichen Problems einzuschränken. Die Autoren des Papiers schlugen einen Ansatz vor, der es ermöglicht, das Wissen über die bereits erlernte Fähigkeit an die Lösung einer neuen Aufgabe anzupassen. Zur Darstellung von Fertigkeiten werden mögliche Urbewegungen mit der Beschreibung ihrer Folgen in Beziehung gesetzt. Neue Fähigkeiten werden zunächst mit Parametern initialisiert, die aus den Grundelementen der Bewegung der erlernten Fähigkeit abgeleitet werden, und dann durch Suchen nach einer relativen Entropie-Richtliniensuche an das neue Problem angepasst. Um die Wirksamkeit des vorgeschlagenen Ansatzes zu demonstrieren, wurde die Aufgabe getestet, ein Objekt durch einen Roboter manipulator mit drei Freiheitsgraden in einer Simulationsumgebung zu bewegen. Anhand früherer Erfahrungen konnte gezeigt werden, dass die Anzahl der für das Training erforderlichen Iterationen um mehr als 60 % reduziert wurde.

McGill und el [24] befassen sich mit dem Problem des Überquerens einer unregulierten Kreuzung durch das intelligente Fahrsystem. Kreuzungen gehören zu den gefährlichsten Straßenabschnitten, an denen sich bis zu einem Drittel aller Verkehrsunfälle ereignen. Um die Sicherheit von Fahrern und Passagieren zu verbessern, werden adaptive Fahrerassistenzsysteme entwickelt, die die Zahl der Zwischenfälle reduzieren. Der effektive Betrieb solcher Systeme wird durch Fehler im Zusammenhang mit Überlappungen beeinträchtigt, wenn Gebäudefassaden, Bäume oder andere Autos die Sicht versperren. Die Autoren schlagen ein probabilistisches Modell der Risikobewertung vor, das die Unsicherheit der empfangenen Wahrnehmungsdaten des umgebenden Raums berücksichtigt. Im Gegensatz zu bestehenden Ansätzen, die Risiken anhand beobachteter Fahrzeuge bewerten, bewertet der vorgeschlagene Ansatz Risiken für einzelne Straßenabschnitte. Das entwickelte System ermöglicht es, die Manöversicherheit zu erhöhen und die Wartezeit des Fahrzeugs vor der Kreuzung zu verkürzen. Dieses System unterliegt hinreichend den bestehenden Vorschriften für unbemannte Fahrzeuge.

#### 4.1 Arten der Robotik und Anwendungen

Beispielsweise beschäftigen sich Stefás, Bayram & Isler [25] mit dem Problem, die Zeit des Anflugs und der Landung in der Nähe eines anvisierten Leuchtfuers an einem unbekannten Ort mithilfe eines unbemannten Luftfahrzeugs (UAV) zu minimieren. Dieses Problem wird durch die Existenz von a verkompliziert konischer Bereich über dem Ziel, innerhalb dessen die Antennenmessungen ihre Richtung verlieren: Die Aufzeichnung des Signals in alle Richtungen ergibt die gleiche Signalstärke. Die Autoren beschrieben ein geometrisches Modell dieses Gebiets, das auf Antennenmodellen und vom realen System gesammelten Daten basiert. Um dieses Problem zu lösen, wurde eine Strategie vorgeschlagen, die sich die Fähigkeit von Drohnen zunutze macht, die Höhe zu ändern. Dabei handelt es sich um ein spezielles Design, das bei der Annäherung an ein Zielfeuer von oben entsteht, um die Flugzeit zu verkürzen, die für die Landung in der Nähe eines Leuchtturms erforderlich ist.

Experimentelle Studien haben die Wirksamkeit der vorgeschlagenen Strategie und eine Verkürzung der für die Landung in der Nähe des Leuchtturms erforderlichen Zeit gezeigt.

Zahlreiche Beiträge widmen sich in mehreren Themenblöcken auch der Anwendung der Robotik in der Medizin, darunter dem Einsatz der Robotik in der Mikrochirurgie, der endovaskulären Chirurgie, der Laparoskopie, der Diagnostik usw. Endovaskuläre Eingriffe erfordern eine visuelle Rückmeldung über den Standort in Echtzeit von eingeführten Kathetern. Derzeit wird dies durch Röntgendurchleuchtung erreicht, die Strahlung verursacht.

Eine alternative Methode, bei der ein Roboter-Ultraschallsystem zum Verfolgen und Navigieren von Kathetern bei endovaskulären Eingriffen verwendet wird, wobei der Schwerpunkt auf der endovaskulären Reparatur von Aneurysmen liegt, wird in der Arbeit von Langsch und El beschrieben. [26]. Der von den Autoren entwickelte Ansatz basiert auf der Registrierung präoperativer Bilder, um sowohl die Verfolgungsbahn als auch visuelles Feedback über die Position des Katheters in Echtzeit bereitzustellen.

Biologisch inspirierte Roboter nutzen Mechanismen und Kontrollmethoden, die für echte biologische Lebewesen wie Tiere oder Insekten charakteristisch sind. Der biologisch inspirierte Ansatz

Dabei geht es nicht darum, Lebewesen zu kopieren. Stattdessen basieren die entwickelten Mechanismen auf den in der Natur beobachteten Mechanismen, sind jedoch tendenziell einfacher und effizienter. In letzter Zeit wurden verschiedene Studien aktiv durchgeführt, um die Haltung springender Roboter mithilfe des Trägheitsschwanzmechanismus zu steuern. Allerdings besteht beim Trägheitsleitwerk eine hohe Kollisionswahrscheinlichkeit mit Hindernissen.

In der Arbeit von Kim & Yun [27] wird ein gepulster Radmechanismus vorgeschlagen, um die gleichen Orientierungssteuereigenschaften zu erreichen und gleichzeitig das vom Trägheitsleitwerksmechanismus eingenommene Volumen zu reduzieren. Um die Effizienz des Mechanismus mit einem Impulsrad zu testen, schlugen die Autoren ein Modell des Roboters vor und führten mit dem entwickelten Mechanismus dynamische Analysen, Modellierungen und Experimente an einem springenden Roboter durch. Darüber hinaus wurde gezeigt, dass der vorgeschlagene Mechanismus dabei helfen kann, den Winkel des Körpers eines springenden Roboters zu steuern.

Zu den Quellen wissenschaftlicher Informationen zählen neben den oben genannten Forschungs- und Entwicklungsbereichen auch Arbeiten zur Bewegungsplanung [28], zur Verbesserung der Sicherheit [29], zu verschiedenen Sensoren und Methoden zur Wahrnehmung des umgebenden Raums [30, 31] und zur Steuerung von Aktoren [32], Kalibrierung [33], Design und Bau von Robotern [34] usw.

Alle diese wissenschaftlichen Arbeiten werfen einige Fragen im Zusammenhang mit der Interaktion eines Roboters mit einem Menschen auf.

#### 4.2 Die Interaktion zwischen Roboter und Mensch

Im Rahmen dieser Richtung untersuchen wir die Probleme im Zusammenhang mit verschiedenen Methoden und Schnittstellen für die Interaktion zwischen Roboter und Mensch.

Eines der Probleme, die bei der Integration von Robotern in den Arbeitsablauf entstehen, ist die Notwendigkeit, die Arbeitsumgebung so vorzubereiten, dass der Roboter darin navigieren kann. Typischerweise werden hierfür verschiedene Marker sowie externe Überwachungssysteme eingesetzt. Chacko & Kapila [35] schlagen vor, Augmented-Reality-Technologien zu nutzen, um dieses Problem zu lösen. Die Autoren haben eine mobile Anwendung entwickelt, die eine Visualisierung des Arbeitsbereichs ermöglicht. Mit der mobilen App können Sie eine beliebige Position im Zielfernrohr des Roboters auswählen, die dann mit realen Objekten verknüpft wird. Diese Positionen werden in das Koordinatensystem des Roboters übersetzt und dieser kann selbstständig Aufgaben zum Erfassen und Bewegen von Objekten ausführen.

Casalino [36] beschäftigt sich mit dem Problem, eine Kollision zwischen einem Roboter und einem Menschen zu vermeiden. Die Wege, denen der Roboter folgt, müssen für Menschen sicher sein, insbesondere wenn der Roboter gefährliche Werkzeuge oder Teile in der Hand hält. Gleichzeitig ist es wichtig, die Effizienz des Roboters aufrechtzuerhalten, ohne die Bewegungen des Roboters zu stark einzuschränken. Die Autoren schlagen vor, Gaußsche Prozesse zu verwenden, um die Bewegung des Bedieners vorherzusagen, um die Geschwindigkeit des Roboters zu steuern und Kollisionen zu verhindern. Es wird ein adaptiver Ansatz vorgeschlagen, der das ständig aktualisierte Modell der menschlichen Bewegung berücksichtigt. Der resultierende Ansatz erwies sich als weniger konservativ als bestehende Analogie, was gleichzeitig die Sicherheit des Bedieners gewährleistet. Solche Arbeiten sind ein mögliches Prädikat für Arbeiten mit dem gegenteiligen Ziel – der Untersuchung der Aufgaben, die ein Roboter dem Menschen maximal schaden kann, sowohl im Rahmen der nationalen Sicherheit und Verteidigung als auch außerhalb davon.

In diesem Zusammenhang sollten wir noch einmal auf die Schaffung einer möglichen rechtlichen Grundlage achten Dokument, das die ethischen Grundsätze der Robotik und Aspekte ihrer Anwendung festlegt.

## 5. Schlussfolgerung

Auch wenn wir hinsichtlich der in absehbarer Zukunft technologisch machbaren Robotertypen realistisch bleiben, ist in jedem Fall eine detailliertere ethische Bewertung spezifischer Robotertechnologien erforderlich: Es gibt keine universelle ethische Lösung, die für alle Robotertypen gilt. Genauer gesagt, auf politischer Ebene, eine solche Ethik

Die Bewertung sollte zweigeteilt erfolgen. Zunächst sollte beurteilt werden, ob die Entwicklung,

Die Herstellung und Verwendung eines bestimmten Robotertyps stellt möglicherweise eine Verletzung der Menschenrechte dar. Zweitens müssen politische Entscheidungsträger geeignete Strukturen und Institutionen entwickeln, durch die Benutzer und Entwickler von Robotertechnologien für das, was ihre Maschinen tun, zur Verantwortung gezogen werden können.

Ethische Grundsätze sollten die Grundlage für die Schaffung eines rechtlichen Rahmens bilden die Regulierung der KI [37-42].

## Verweise

1. BF Malle, *Integration von Roboterethik und Maschinenmoral: Untersuchung und Gestaltung moralischer Kompetenz bei Robotern*, Ethik und Informationstechnologie **18**, 243–256 (2016)
2. JS Hall, Ethik für Maschinen. In: Anderson M, Anderson SL, Herausgeber. Maschinenethik, Cambridge: Cambridge University Press (2000)
3. RC Arkin, *Robot ethics*, Ethics and Information Technology **4**, 305–18 (2002)
4. S. Choi, WJ Eakins, TA Fuhlbrigge, *Trends und Möglichkeiten für die Roboterautomatisierung von Verkleidung und Endmontage in der Automobilindustrie. In: 2010 Automation Science and Engineering (CASE)*, Toronto, Kanada: IEEE (2010)
5. UE Franke, *Militärroboter und Drohnen. In: Galbreath DJ, Deni JR, Herausgeber. Routledge Handbook of Defense Studies*, (New York: Routledge, 2018)
6. A. Tubert, *Ethische Maschinen?* Seattle University Law Review **41(4)**, 11–63 (2018)
7. BP Green, *Ethische Überlegungen zur künstlichen Intelligenz*, Scientia et Fides **6(2)**, 9–31 (2018)
8. JH Moor, *Ist Ethik berechenbar?* Metaphilosophie **26(1/2)**, 1–21 (1995)
9. N. Döring, S. Pöschl, *Sexspielzeug, Sexpuppen, Sexroboter: Unsere wenig erforschten Bettgenossen*, Sexologies **27(3)**, 51–58 (2018)
10. P. Asaro, *A Body to Kick, But Still No Soul to Damn: Legal Perspectives on Robotics. In P. Lin, K. Abney und G. Bekey (Hrsg.), Robot Ethics: The Ethical and Social Implications of Robotics*, Cambridge, MA: MIT Press (2011)
11. G. Dodig Crnkovic, D. Persson, *Sharing Moral Responsibility with Robots: A Pragmatic Approach*, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications **173**, 165–168 (2008)
12. V. Blake, *Regulierung von Pflegerobotern*, Temple Law Review **92**, 41–52 (2019)
13. BP Green, *Künstliche Intelligenz und Ethik* (2017)
14. J. Gips, *Auf dem Weg zum ethischen Roboter. In Android Epistemology, herausgegeben von Kenneth M. Ford, C. Glymour und Patrick Hayes* (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1994)
15. R. Sparrow, L. Sparrow, *In den Händen von Maschinen? Die Zukunft der Altenpflege. Mind Mach* **16(1)**, 41–61 (2006)
16. RH Taylor, A. Mencias, G. Fichtinger, P. Fiorini, P. Dario, *Medizinische Robotik und computerintegrierte Chirurgie. In: Siciliano B, Khatib O, Herausgeber. Springer Handbook of Robotics*, Springer, Cham (2016)
17. KH Keskinbora, *Überlegungen zur medizinischen Ethik zur künstlichen Intelligenz*, Journal of Clinical Neuroscience **64**, 277–282 (2019)
18. GZ Yang, et al.: *Medizinische Robotik – Regulatorische, ethische und rechtliche Überlegungen zur Steigerung der Autonomie*, Science Robotics **2(4)**, eaam8638 (2017)
19. SS Al-Fedaghi, *Typisierungsbasierte Ethik für künstliche Agenten. In: 2. Internationale IEEE-Konferenz zu digitalen Ökosystemen und Technologien, Phitsanulok, Thailand: IEEE* (2008)

20. P. Lin, K. Abney, G. Bekey, *Roboterethik: Kartierung der Probleme für eine mechanisierte Welt, Künstliche Intelligenz* **175(5–6)**, 942–949 (2011)
21. H. Rolf, *Weber Sozioethische Werte und rechtliche Regeln auf automatisierten Plattformen: Die Suche nach einer symbiotischen Beziehung*, *Computer Law & Security Review* **36**, 105380 (2020)
22. A. Leveringhaus, *Developing Robots: The Need for an Ethical Framework*, *European View* **17(1)**, 37–43 (2018)
23. S. Stark, J. Peters, E. Rueckert, *Wiederverwendung von Erfahrungen mit probabilistischen Bewegungsprimitiven. In: Internationale Konferenz über intelligente Roboter und Systeme (IROS)*, IEEE, Macau (2019)
24. SG McGill, G. Rosman, T. Ort, A. Pierson, et.al., *Probabilistische Risikometrien für die Navigation okkludierter Kreuzungen. In: Internationale Konferenz über intelligente Roboter und Systeme (IROS)*, IEEE, Macau (2019)
25. N. Stefas, H. Bayram, V. Isler, *UAV-Landung an einem unbekannten Ort, markiert durch ein Funkfeuer. In: Internationale Konferenz über intelligente Roboter und Systeme (IROS)*, IEEE, Macau (2019)
26. F. Langsch, S. Virga, J. Esteban, R. Göbl, N. Navab, *Roboterultraschall für die Katheternavigation bei endovaskulären Eingriffen. In: Internationale Konferenz über intelligente Roboter und Systeme (IROS)*, IEEE, Macau (2019)
27. M. Kim, D. Yun, *Perlhuhn-Sprungroboter mit Gleichgewichtskontrollmechanismus: Modellierung, Simulation und Versuchsergebnisse. In: Internationale Konferenz über intelligente Roboter und Systeme (IROS)*, IEEE, Macau (2019)
28. J. Ichnowski, R. Alterovitz, *Mehrstufige inkrementelle Roadmap-Schlüssel für die reaktive Bewegungsplanung. In: Internationale Konferenz über intelligente Roboter und Systeme (IROS)*, IEEE, Macau (2019)
29. A. Singletary, P. Nilsson, T. Gurriet, AD Ames, *Aktive Online-Sicherheit für Roboter manipulatoren. In: Internationale Konferenz über intelligente Roboter und Systeme (IROS)*, IEEE, Macau (2019)
30. N. Yilmaz, M. Bazman, A. Alassi, B. Gur, U. Tumerdem, *6-Achsen-Hybriderfassung und Schätzung von Spitzenkräften/-drehmomenten an einem hyperredundanten chirurgischen Roboterinstrument. In: Internationale Konferenz über intelligente Roboter und Systeme (IROS)*, IEEE, Macau (2019)
31. M. Polic, I. Krajacic, N. Lepora, M. Orsag, *Faltungs-Autoencoder zur Merkmalsextraktion bei der taktilen Erfassung. In: Internationale Konferenz über intelligente Roboter und Systeme (IROS)*, IEEE, Macau (2019)
32. S. Joshi, J. Paik, *Multi-DoF Force Characterization of Soft Actuators. In: Internationale Konferenz über intelligente Roboter und Systeme (IROS)*, IEEE, Macau (2019)
33. C. Samant, A. Habed, M. de Mathelin, L. Goffin, *Robuste Hand-Auge-Kalibrierung durch iterativ neu gewichtete rangbeschränkte semidefinite Programmierung. In: Internationale Konferenz über intelligente Roboter und Systeme (IROS)*, IEEE, Macau (2019)
34. J. Kim, J. Moon, J. Kim, G. Lee, *Design eines kompakten Kompensators mit variabler Schwerkraft (CVGC) basierend auf Nocken und variablem Drehpunkt eines Hebelmechanismus. In: Internationale Konferenz über intelligente Roboter und Systeme (IROS)*, IEEE, Macau (2019)
35. SM Chacko, V. Kapila, *Eine Augmented-Reality-Schnittstelle für die Mensch-Roboter-Interaktion in uneingeschränkten Umgebungen. In: Internationale Konferenz über intelligente Roboter und Systeme (IROS)*, IEEE, Macau (2019)

36. A. Casalino, A. Brameri, AM Zanchettin, P. Rocco, *Adaptive Sweep-Volumina-Generierung für die Mensch-Roboter-Koexistenz mithilfe von Gaußschen Prozessen*. In: *Internationale Konferenz über intelligente Roboter und Systeme (IROS)*, IEEE, Macau (2019)
37. A.Yu. Bokovnya, IR Begishev, ZI Khisamova, et.al., *Pressing Issues of Unlawful Application of Artificial Intelligence*, *International Journal of Criminology and Sociology* 9, 1054–1057 (2020)
38. IR Begishev, ZI Khisamova, SG Nikitin, *The Organization of Hacking Community: Criminological and Criminal Law Aspects*, *Rus. J. of Crimin.* **14(1)**, 96–105 (2020)
39. ZI Khisamova, IR Begishev, EL Sidorenko, *Künstliche Intelligenz und Probleme der Gewährleistung der Cybersicherheit*, *Intern. J. von Cyber Crimin.* **13(2)**, 564–577 (2019)
40. II Bikeev, PA Kabanov, IR Begishev, ZI Khisamova, *Kriminologische Risiken und rechtliche Aspekte der Implementierung künstlicher Intelligenz*. In *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence, Information Processing and Cloud Computing*, New York: ACM (2019)
41. IR Begishev, ZI Khisamova, *Kriminologische Risiken des Einsatzes künstlicher Intelligenz*, *Russisches Journal für Kriminologie* **12(6)**, 767–775 (2018)
42. ZI Khisamova, IR Begishev, *Criminal Liability and Artificial Intelligence: Theoretical and Applied Aspects*, *Russian Journal of Criminology* **13(4)**, 564–574 (2019)