

Technologique, Éthique, Environnemental et Juridique Aspects de la robotique

Ildar Begishev¹, Zarina Khisamova^{2,*}, et Vitaly Vasyukov³

¹Université innovante de Kazan nommée d'après VG Timiryasov, Kazan, rue Moskovskaya, 42, Russie

²Université de Krasnodar du Ministère de l'Intérieur de la Fédération de Russie, Krasnodar,
Rue Yaroslavskaya, 128, Russie

³Institut d'État des relations internationales de Moscou (Université), Institut juridique d'Orel du ministère de
Affaires intérieures de la Russie nommées d'après VV Lukyanov, Moscou, Vernadsky Av., 76, Russie

Abstrait. La robotique est considérée par les chercheurs modernes sous divers angles. L'approche technique la plus courante pour étudier ce concept, qui examine l'état actuel et les réalisations dans le domaine de la robotique, ainsi que les perspectives de son développement. En outre, assez souvent ces dernières années, les experts juridiques ont commencé à aborder les problèmes liés au développement de la robotique, en se concentrant sur les questions liées à la personnalité juridique des robots et l'intelligence artificielle, ainsi que la responsabilité de l'IA dans le préjudice causé. Une direction distincte dans le domaine de la recherche en robotique est l'analyse de ce concept et des relations qui lui sont associées, du point de vue de la moralité, de l'éthique et de la technologie.

1. Introduction

Un grand nombre d'articles scientifiques sont consacrés à divers types de robots, notamment les robots à roues, les avions, les appareils portables, les nanorobots, les robots humanoïdes et d'autres types de robots. Par ailleurs, des études distinctes sont consacrées aux domaines d'applications de la robotique, notamment la médecine, la sécurité, l'agriculture, l'espace, l'industrie, etc.

Le plus grand intérêt des chercheurs ces dernières années est la robotique aéronautique, les quadricoptères et autres types de véhicules aériens sans pilote. Le développement actif de robots conçus pour interagir physiquement avec les personnes dans un environnement de travail collaboratif nous offre de nouvelles opportunités, mais cela pose également certains problèmes. L'éthique des robots a émergé d'un domaine plus large de l'éthique de l'ingénierie et de son sous-domaine, l'éthique informatique. L'impulsion initiale de l'évolution de l'éthique des robots était le problème de la création de robots qui ne feraient pas de mal aux humains. En conséquence, son origine est liée à la fois aux lois d'A. Asimov et aux problèmes d'ingénierie traditionnels visant à créer des outils sûrs [1].

Au départ, les problèmes de sécurité n'étaient pas si importants pour les robots, car à l'aube de leur apparition, ils travaillaient isolés des humains, principalement dans les usines et souvent dans les caméras de sécurité. À mesure que les robots devenaient de plus en plus performants et qu'il devenait évident qu'ils allaient bientôt entrer dans le monde social, les problèmes d'interaction sûre entre robot et humain devenaient de plus en plus aigus [2].

* Auteur correspondant : zarahisamova@gmail.com

Dans cet article, nous avons tenté de révéler le lien entre les aspects technologiques, éthiques et aspects juridiques du développement de la robotique.

2 méthodes

La base méthodologique de la recherche est une approche systématique de l'étude des fondements éthiques, juridiques et technologiques de l'application et du développement de la robotique. Au cours de la recherche, les principaux aspects problématiques liés au développement de systèmes robotiques ont été classés et analysés. Lors du traitement du matériel lui-même, des méthodes scientifiques traditionnelles telles que la dialectique, la logique, la méthode des généralisations scientifiques, l'analyse de contenu, l'analyse comparative, la synthèse, l'étude des sources, etc. ont été utilisées. Leur application a permis de s'assurer de la validité de l'analyse, des conclusions théoriques et pratiques et des propositions développées.

3. Résultats

3.1 Fondements de la robotéthique

Le terme « roboéthique », inventé en 2006 par les chercheurs Veruggio et Operto, combine divers aspects de l'éthique de l'ingénierie appliquée dans le contexte de la robotique. Un aspect clé de l'éthique des robots concerne les sentiments et les perceptions des gens à l'égard des robots. Cela inclut une gamme d'approches psychologiques et comportementales qui prennent en compte dans quelle mesure les humains s'identifient aux robots ou croient avoir des croyances et des sentiments comme les humains ou éventuellement comme les animaux [3].

Un certain nombre de sources examinent également les diverses relations psychologiques que les humains développent avec leurs compagnons robots en milieu clinique, et explorent la relation entre les émotions et la moralité, ainsi que les conséquences de la modélisation des qualités émotionnelles chez des robots qui ne sont pas capables de véritables émotions [4].

Aussi, certains auteurs mettent en avant le problème le plus aigu de la robotique : s'il y a un choix entre la vie humaine et la « vie » d'un robot autonome, quel choix faut-il faire ? [5].

A. Tubert a suggéré que cette intelligence artificielle éthique pourrait être créée. L'auteur estime que nous sommes confrontés à un dilemme lorsque nous essayons de développer une intelligence artificielle éthique : soit nous devons être capables de codifier l'éthique sous la forme d'un ensemble de règles, soit nous devons valoriser la capacité de la machine à commettre des erreurs éthiques afin qu'elle puisse apprendre l'éthique comme le font les enfants. . Aucune de ces voies ne semble très prometteuse, même si peut-être qu'une réflexion sur les difficultés de chacune d'elles pourrait conduire à une meilleure compréhension de l'intelligence artificielle et de nous-mêmes. Le fait que nous ayons très peu de tolérance pour les erreurs éthiques des machines est lié à la possibilité que les robots apprennent un comportement éthique en imitant la façon dont les enfants l'apprennent.

Les auteurs suggèrent d'utiliser une approche similaire à celle utilisée sur Internet : évaluer les actions de l'IA d'un point de vue éthique et prendre en compte le préjudice cela peut être causé par le robot [6].

BP Green estime que le problème de l'éthique des robots doit être considéré dans le contexte de la transparence, de l'utilisation positive et négative de l'IA, des préjugés, du chômage, des inégalités socio-économiques et du facteur humain. Dans le même temps, un contact étroit avec l'IA et une communication limitée dans la société peuvent provoquer, comme le pense l'auteur, la solitude, l'isolement, la dépression, le stress, l'anxiété et la dépendance. À cet égard, en analysant les problèmes ci-dessus, l'auteur arrive à la conclusion qu'il est nécessaire de trouver un juste milieu dans le processus d'élaboration des principes éthiques de la robotique [7].

Au cœur de l'éthique des robots se trouve leur utilisation dans les soins aux enfants, aux personnes malades ou handicapées, ainsi que les aspects médicaux de la robotique. Même si de nombreuses activités peuvent être réalisées par des robots sans présenter de traits ou de qualités humaines (à condition qu'ils aient

intelligence machine et dextérité adéquates), de telles qualités sont nécessaires dans les soins de l'être humain. En particulier, prendre soin des groupes particulièrement vulnérables, notamment les enfants, les personnes âgées, les malades et les blessés, nécessitent plus d'humanité que les autres types de travail [8].

Les chercheurs examinent la question des robots soignants sous différents angles et pour différentes populations. Des questions similaires se posent dans le développement de robots conçus pour fournir des services sexuels et une communication informelle [9].

3.2 Responsabilité morale des robots

En conséquence, la question de la responsabilité morale des robots est aujourd'hui tout à fait d'actualité. Est-il encore un débat sur la question de savoir si la moralité est une caractéristique importante d'un robot lorsqu'il interagit avec des humains ? Est-il nécessaire de donner au robot la capacité d'interpréter la signification morale des situations et des actions, de porter des jugements moraux, etc. La question reste ouverte [10].

La responsabilité morale apparaît également au premier plan dans les travaux de G. Dodig-Crnkovic et de ses co-auteurs [11]. Les auteurs soulignent que l'utilisation croissante de systèmes intelligents et autonomes d'apprentissage conduit à une nouvelle approche de la répartition des tâches entre les personnes et les artefacts technologiques, obligeant à étudier la division des responsabilités associée à leur conception, leur production, leur introduction et leur utilisation.

Selon les auteurs, l'attention principale devrait être accordée à la responsabilité morale dans l'enseignement des systèmes intelligents et des relations producteur-utilisateur médiatisées par des systèmes intelligents. technologies adaptatives et autonomes. Les auteurs avancent l'argument selon lequel un artefact intellectuel peut se voir attribuer une « responsabilité » dans le même contexte dans lequel une « intelligence » leur est attribuée. Ils soutiennent que l'existence d'un système qui « se soucie » d'accomplir certaines tâches de manière intelligente, apprend de l'expérience, à la fois la sienne et celle des autres, et prend des décisions autonomes, nous donne des raisons de parler de l'IA comme d'un système « responsable de la tâche » [11].

Sans aucun doute, toute haute technologie dans laquelle une personne entre en contact étroit avec une machine est moralement significative pour une personne, de sorte que la « responsabilité d'une tâche » avec des conséquences morales peut être considérée comme une responsabilité morale. Cependant, les progrès technologiques dans le domaine de la robotique au stade actuel de développement peuvent difficilement être attribués à cela [11].

Il existe une opinion dans la littérature selon laquelle les robots ou, comme on les appelle, les artefacts technologiques sont des produits de conception humaine, formés par nos valeurs et nos normes. Elles peuvent être considérées comme faisant partie d'un système social et technologique à responsabilité répartie, à l'instar des technologies critiques de sécurité telles que l'énergie nucléaire ou les transports. Et ici, leur développeur devrait être entièrement responsable des conséquences des robots [12]. Cependant, sachant que toutes les conditions anormales possibles de fonctionnement du système ne peuvent jamais se produire, puisqu'aucun système ne peut être testé pour toutes les situations possibles d'utilisation, il est de la responsabilité du fabricant d'assurer le bon fonctionnement du système dans des conditions raisonnablement prévisibles. circonstances. En cas d'accident, des mesures de sécurité supplémentaires doivent être prises pour atténuer leurs conséquences [12]. En conséquence, un certain nombre de barrières de sécurité devraient être mises en place pour les systèmes autonomes intelligents et d'apprentissage afin d'éviter des conséquences indésirables, voire catastrophiques.

Selon G. Dodig-Crnkovic et ses co-auteurs, à toutes fins pratiques, la question de la responsabilité dans les systèmes de sécurité intelligents critiques peut être résolue de la même manière. comme la question de la sécurité dans les « systèmes intelligents critiques », auxquels ils font référence, par exemple, à l'industrie nucléaire et aux transports [11].

3.3 Problème éthique lié à l'utilisation des robots de service

L'adoption généralisée des robots de service est le résultat de plusieurs développements qui ont permis aux robots de devenir des machines mobiles et interactives. Des algorithmes de contrôle complexes ont été développés, combinés aux progrès de la technologie des capteurs, de la nanotechnologie, de la science des matériaux, du génie mécanique et de la miniaturisation à grande vitesse.

informatique [13].

Dans le domaine de la robotique de service, des entreprises japonaises et sud-coréennes ont développé des robots de garde d'enfants dotés de jeux vidéo intégrés, capables d'exécuter des quiz de mots, de reconnaître la parole, les visages, etc. La mobilité et la fonction semi-autonome sont idéales pour le contrôle visuel et auditif. ing; les étiquettes d'identification par radiofréquence fournissent une alerte lorsque les enfants sont hors de portée.

Des études sur les nounous robots aux États-Unis et au Japon ont démontré le lien étroit et l'attachement des enfants à leur égard. Cependant, ces robots ne fournissent pas les soins nécessaires et les enfants ont toujours besoin de l'attention humaine.

En raison de la sécurité physique assurée par les nounous robots, les enfants peuvent être laissés sans contact avec les humains pendant plusieurs heures par jour, voire plusieurs jours, et l'impact psychologique possible de divers degrés d'isolement social sur le développement est inconnu. Que se passe-t-il si le parent laisse l'enfant entre les mains sûres de

le futur robot-éducateur pratiquement sans participer à son éducation ? À ce jour, il n'y a pas de réponse à la question de savoir quelles seront les conséquences d'une exposition prolongée aux robots sur les nourrissons en l'absence d'une personne dans le processus éducatif. [14].

Ainsi, des études sur le développement précoce chez les singes ont montré qu'un dysfonctionnement social grave se produit chez les jeunes animaux qui ne sont autorisés à développer que des attachements à des objets inanimés [14]. En conséquence, le problème potentiel de la réduction de l'adaptation sociale et du développement d'une éventuelle dépression chez les enfants existe, mais il n'y a pas de consolidation législative de la responsabilité de « l'isolement social des enfants dans la société robotique » dans la législation moderne.

Il n'existe également aucune directive éthique émanant d'une quelconque communauté internationale sur la manière de résoudre ce problème [14].

Les robots de service ne représentent qu'un des nombreux domaines éthiquement problématiques qui surgiront bientôt en raison de la croissance rapide et de la prolifération des diverses applications dans le domaine de la robotique. Les scientifiques et ingénieurs travaillant dans ce domaine doivent être conscients des dangers potentiels de leur travail. [15].

3.4 Problème éthique de l'utilisation des robots médicaux

L'introduction des robots médicaux a également soulevé la question de l'application de normes éthiques particulières à ces robots. L'éthique médicale elle-même repose sur des principes liés à la pratique médicale, aux soins et au traitement des patients, qui incluent la non-violence, la charité, le respect de l'autonomie du patient et la justice [16].

Il est du devoir moral des médecins d'agir dans le meilleur intérêt des patients et de ne pas nuire eux. Cependant, cela n'inclut pas seulement les aspects médicaux des patients, mais détermine également la qualité globale de leur vie : la responsabilité d'assurer et de maintenir leur bien-être, en tenant compte des désirs et des valeurs individuels du patient.

Le concept d'autonomie est complet et a donc des implications sur d'autres sujets éthiques clés, notamment la responsabilité, le consentement éclairé et la confidentialité. Mais c'est aussi une question centrale en soi, qui se pose dans les discussions cliniques et éthiques. Donc, parmi les derniers développements neurotechniques figurent les « interfaces cerveau-ordinateur » (BCI), qui impliquent une communication entre le cerveau et des appareils externes de telle manière que les signaux cérébraux sont convertis en commandes pour les dispositifs de sortie afin d'effectuer les actions souhaitées, principalement pour restaurer des fonctions utiles aux personnes atteintes de troubles neuromusculaires.

Les interfaces cerveau-ordinateur (BCI) reçoivent des signaux cérébraux, les analysent et les traduisent en commandes qui sont transmises aux périphériques de sortie qui effectuent les actions souhaitées.

La difficulté de prendre des décisions rationnelles répondant aux besoins et aux droits des patients en ce qui concerne leur autonomie est que les interventions neurologiques s'accompagnent d'incertitudes quant à leurs résultats probables et à la nature des risques encourus [17].

Guang-Zhong Yang et ses co-auteurs notent que la robotique médicale représente l'un des secteurs à la croissance la plus rapide de l'industrie des dispositifs médicaux. Les barrières réglementaires, éthiques et juridiques imposées aux robots médicaux nécessitent une considération attentive des différents niveaux d'autonomie, ainsi que du contexte de leur utilisation [18].

Les niveaux d'automatisation sont définis pour les véhicules autonomes, mais il n'existe pas de définition de ce type pour les robots médicaux. Les auteurs proposent une définition de 6 niveaux d'autonomie des robots et supposent que les robots appartenant aux niveaux 1 à 4 sont des interprètes, c'est-à-dire qu'une personne qui donne des commandes spéciales et contrôle leurs activités participe à leurs activités. Les robots appartenant aux niveaux 5-6 sont presque complètement autonomes ; leurs activités sont également soumises à des risques, ainsi que les activités d'un médecin spécialiste. Les auteurs estiment que ce qui suit est attendu : outre le développement des technologies, la tolérance au risque des robots autonomes va également changer [19].

3.5 Comportement criminel des robots

La société s'inquiète depuis longtemps de l'impact de la robotique, avant même que cette technologie ne devienne viable. Depuis la première apparition de cette catégorie dans les pages d'œuvres littéraires et de publications scientifiques, leurs auteurs se sont concentrés sur la mise en garde contre les erreurs de programmation, les conséquences de comportements émergents et d'autres problèmes qui rendent les robots imprévisibles et potentiellement dangereux [20].

L'industrie de la robotique se développe rapidement. Cela indique la nécessité de prêter attention à l'éthique des robots maintenant, d'autant plus que le consensus sur les questions éthiques tarde généralement à rattraper la technologie, ce qui peut conduire à un « vide politique » [21].

Rolf H. Weber estime que pour aligner les valeurs sociales et éthiques sur les normes, il est nécessaire de répondre aux questions suivantes découlant du concept normatif de société [14] :

- Les processus d'IA respectent-ils des principes fondamentaux tels que les droits de l'homme et non-discrimination ?
- La prise de décision automatisée repose-t-elle sur une base juridique suffisante, au moins en ce qui concerne aux questions liées à la gestion ?
- La prise de décision automatisée est-elle conforme à toutes les exigences de la législation applicable en matière de protection des données ?
- Qui est responsable du contrôle des activités socialement responsables et est responsable de cas de panne provoquée par des algorithmes ?

Compte tenu des réponses à ces questions, selon l'auteur, il est nécessaire d'intensifier les efforts pour développer une approche intégrée de la dimension socio-éthique et juridique des conceptualisations de valeurs évoluant vers des relations potentiellement symbiotiques entre les humains et l'IA [22].

4. Discussion

De nombreuses recherches sont actuellement menées dans le monde entier utilisant diverses techniques d'intelligence artificielle dans le domaine de la robotique. La plupart des travaux sont consacrés au machine learning, en particulier aux méthodes de deep learning. Certaines études se sont concentrées sur l'utilisation de techniques d'intelligence artificielle pour résoudre des problèmes liés au contrôle adaptatif, à la reconnaissance sémantique de scènes, aux systèmes de contrôle intelligents, etc.

Stark, Peters & Rueckert [23] ont proposé une nouvelle approche pour enseigner de nouvelles compétences au robot par transfert de connaissances. Afin d'enseigner une nouvelle compétence au robot, il est nécessaire de passer beaucoup de temps à parcourir toutes les configurations et tous les états possibles du robot.

Pour résoudre ce problème, il est proposé de limiter l'espace de recherche en l'initialisant en résolvant un problème similaire. Les auteurs de l'article ont proposé une approche qui permet d'adapter les connaissances sur une compétence déjà maîtrisée à la solution d'une nouvelle tâche. Pour la présentation des compétences, les mouvements primitifs possibles sont liés à la description de leurs conséquences.

Les nouvelles compétences sont d'abord initialisées avec des paramètres dérivés des primitives du mouvement de la compétence apprise, puis adaptées au nouveau problème en recherchant une politique d'entropie relative. Pour démontrer l'efficacité de l'approche proposée, la tâche consistant à déplacer un objet par un robot manipulateur à trois degrés de liberté dans un environnement de simulation a été testée. L'expérience passée a montré que le nombre d'itérations nécessaires à la formation était réduit de plus de 60 %.

McGill et al [24] abordent le problème du franchissement d'une intersection non réglementée par le système de conduite intelligente. Les intersections font partie des sections de route les plus dangereuses, où se produisent jusqu'à un tiers de tous les accidents de la route. Pour améliorer la sécurité des conducteurs et des passagers, des systèmes adaptatifs d'aide à la conduite réduisant le nombre d'incidents sont développés. Le fonctionnement efficace de tels systèmes est entravé par des erreurs liées aux chevauchements, lorsque les façades des bâtiments, les arbres ou autres voitures bloquent la vue. Les auteurs proposent un modèle probabiliste d'évaluation des risques, prenant en compte l'incertitude des données reçues sur la perception de l'espace environnant. Contrairement aux approches existantes qui évaluent les risques sur la base des véhicules observés, l'approche proposée évalue les risques pour des tronçons de route individuels. Le système développé permet d'augmenter la sécurité des manœuvres, ainsi que de réduire le temps d'attente du véhicule avant l'intersection. Ce système est suffisamment soumis à la réglementation existante sur les véhicules sans pilote.

4.1 Types de robotique et applications

Par exemple, Stefas, Bayram & Isler [25] se penchent sur le problème de la minimisation du temps d'approche et d'atterrissage à proximité d'une balise ciblée dans un endroit inconnu à l'aide d'un véhicule aérien sans pilote (UAV). Ce problème est compliqué par l'existence d'une région conique au-dessus de la cible à l'intérieur de laquelle les mesures de l'antenne perdent leur direction : l'enregistrement du signal dans toutes les directions donne la même intensité du signal. Les auteurs ont décrit un modèle géométrique de cette zone basé sur la modélisation de l'antenne et les données collectées par le système réel. Pour résoudre ce problème, une stratégie a été proposée qui tire parti de la capacité des drones à changer d'altitude et constitue une conception spéciale qui apparaît lors de l'approche d'une balise cible par le haut pour réduire le temps de vol nécessaire pour atterrir près d'un phare.

Des études expérimentales ont montré l'efficacité de la stratégie proposée et une réduction du temps nécessaire à l'atterrissage à proximité du phare.

Un grand nombre d'articles sont également consacrés à l'application de la robotique dans le domaine de la médecine dans plusieurs blocs thématiques, notamment l'utilisation de la robotique en microchirurgie, la chirurgie endovasculaire, la laparoscopie, le diagnostic, etc. Les procédures endovasculaires nécessitent un retour visuel en temps réel sur le lieu des cathéters insérés. Actuellement, cela est réalisé par fluoroscopie à rayons X, qui provoque un rayonnement.

Une méthode alternative utilisant un système robotique à ultrasons pour suivre et naviguer dans les cathéters lors d'interventions endovasculaires en mettant l'accent sur la réparation endovasculaire des anévrismes est décrite dans les travaux de Langsch et al. [26]. L'approche développée par les auteurs est basée sur l'enregistrement d'images préopératoires pour fournir à la fois la trajectoire de suivi et un retour visuel sur la position du cathéter en temps réel.

Les robots d'inspiration biologique utilisent des mécanismes et des méthodes de contrôle caractéristiques de véritables créatures biologiques, comme des animaux ou des insectes. L'approche biologiquement inspirée

n'implique pas de copier des êtres vivants. Les mécanismes développés sont plutôt basés sur ceux observés dans la nature, mais ils tendent à être plus simples et plus efficaces. Récemment, diverses études ont été activement menées pour contrôler la posture des robots sauteurs à l'aide du mécanisme de queue inertielle. Cependant, le mécanisme inertiel de queue présente une forte probabilité de collision avec des obstacles.

Dans les travaux de Kim & Yun [27], un mécanisme de roue pulsée est proposé pour obtenir les mêmes caractéristiques de contrôle d'orientation tout en réduisant le volume occupé par le mécanisme de queue inertielle. Pour tester l'efficacité du mécanisme avec une roue à impulsions, les auteurs ont proposé un modèle du robot et mené une analyse dynamique, une modélisation et des expériences sur un robot sauteur doté du mécanisme développé. De plus, il a été démontré que le mécanisme proposé peut aider à contrôler l'angle du corps d'un robot sauteur.

En plus des domaines de recherche et de développement mentionnés ci-dessus, les sources d'informations scientifiques comprennent des travaux sur la planification des mouvements [28], l'amélioration de la sécurité [29], divers capteurs et méthodes de perception de l'espace environnant [30, 31], le contrôle d'actionneurs [32], d'étalonnage [33], de conception et de construction de robots [34], etc.

Tous ces travaux scientifiques soulèvent quelques questions liées à l'interaction d'un robot avec un humain.

4.2 L'interaction entre le robot et l'humain

Dans le cadre de cette direction, nous étudions les problématiques liées aux différentes méthodes et interfaces d'interaction entre le robot et l'homme.

L'un des problèmes qui se posent lors de l'intégration de robots dans le flux de travail est la nécessité de préparer l'environnement de travail pour que le robot puisse y naviguer. Généralement, divers marqueurs sont utilisés à cette fin, ainsi que des systèmes de surveillance externes. Chacko & Kapila [35] proposent d'utiliser les technologies de réalité augmentée pour résoudre ce problème. Les auteurs ont développé une application mobile qui permet de visualiser l'espace de travail. L'application mobile vous permet de sélectionner n'importe quelle position dans le champ d'action du robot, qui est ensuite associée à des objets réels. Ces positions sont traduites dans le système de coordonnées du robot et celui-ci peut effectuer indépendamment des tâches de capture et de déplacement d'objets.

Casalino [36] considère le problème d'éviter une collision entre un robot et un humain. Les chemins suivis par le robot doivent être sûrs pour les humains, en particulier lorsque le robot tient des outils ou des pièces dangereuses. Dans le même temps, il est important de maintenir l'efficacité du robot, sans imposer de restrictions trop strictes sur ses mouvements. Les auteurs proposent d'utiliser des processus gaussiens pour prédire le mouvement de l'opérateur afin de contrôler la vitesse du robot et prévenir les collisions. Une approche adaptative est proposée qui prend en compte le modèle constamment mis à jour du mouvement humain. L'approche qui en résulte s'est avérée moins conservatrice que les analogues existants, tout en préservant la sécurité des opérateurs. De tels travaux sont une base possible pour des travaux ayant l'objectif opposé - l'étude des tâches les plus dommageables pour l'homme par un robot à la fois dans le cadre de la sécurité et de la défense nationales et en dehors de celles-ci.

À cet égard, nous devrions une fois de plus prêter attention à la création d'un éventuel mécanisme juridique document établissant les principes éthiques de la robotique et les aspects de leur application.

5. Conclusion

Même si nous restons réalistes quant aux types de robots qu'il est technologiquement possible de développer dans un avenir proche, une évaluation éthique plus détaillée des technologies robotiques spécifiques est nécessaire dans chaque cas : il n'existe pas de solution éthique universelle qui s'applique à tous les types de robots. Plus précisément, au niveau politique, une telle politique éthique L'évaluation doit être double. Premièrement, il convient d'évaluer si le développement,

la production et l'utilisation d'un type particulier de robot constituent potentiellement une violation des droits de l'homme. Deuxièmement, les décideurs politiques doivent développer des structures et des institutions adéquates grâce auxquelles les utilisateurs et les développeurs de technologies robotiques peuvent être tenus responsables de ce que font leurs machines.

Les principes éthiques devraient constituer la base de l'établissement d'un cadre juridique pour la régulation de l'IA [37-42].

Les références

1. BF Malle, Intégrer l'éthique des robots et la moralité des machines : l'étude et la conception de la compétence morale chez les robots, *Éthique et technologies de l'information* 18, 243-256 (2016)
2. JS Hall, *Éthique des machines*. Dans : Anderson M, Anderson SL, éditeurs. *L'éthique des machines*, Cambridge : Cambridge University Press (2000)
3. RC Arkin, *Éthique des robots, éthique et technologies de l'information* 4, 305-18 (2002)
4. S. Choi, WJ Eakins, TA Fuhlbrigge, Tendances et opportunités pour l'automatisation robotique des garnitures et de l'assemblage final dans l'industrie automobile. Dans : 2010 Automation Science and Engineering (CASE), Toronto, Canada : IEEE (2010)
5. UE Franke, *Robots et drones militaires*. Dans : Galbreath DJ, Deni JR, éditeurs. *Routledge Manuel d'études de défense*, (New York : Routledge, 2018)
6. A. Tubert, Des machines éthiques ? *Revue de droit de l'Université de Seattle* 41(4), 11-63 (2018)
7. BP Green, *Réflexions éthiques sur l'intelligence artificielle*, *Scientia et Fides* 6(2), 9-31 (2018)
8. JH Moor, L'éthique est-elle calculable ? *Métaphilosophie* 26 (1/2), 1–21 (1995)
9. N. Döring, S. Pöschl, Jouets sexuels, poupées sexuelles, robots sexuels : nos compagnons de lit peu étudiés, *Sexologies* 27(3), 51-58 (2018)
10. P. Asaro, Un corps à botter, mais toujours pas d'âme à damner : perspectives juridiques sur la robotique. Dans P. Lin, K. Abney et G. Bekey (Eds.), *Robot Ethics : The Ethical and Social Implications of Robotics*, Cambridge, MA : MIT Press (2011)
11. G. Dodig Crnkovic, D. Persson, Partager la responsabilité morale avec les robots : une approche pragmatique, *Frontières de l'intelligence artificielle et des applications* 173, 165-168 (2008)
12. V. Blake, *Régulation des robots de soins*, *Temple Law Review* 92, 41-52 (2019)
13. BP Green, *Intelligence artificielle et éthique* (2017)
14. J. Gips, Vers le robot éthique. Dans *Android Epistemology*, édité par Kenneth M. Ford, C. Glymour et Patrick Hayes (Cambridge, Massachusetts : MIT Press, 1994)
15. R. Sparrow, L. Sparrow, Entre les mains des machines ? L'avenir des soins aux personnes âgées. *Mach mental* 16(1), 41-61 (2006)
16. RH Taylor, A. Menciassi, G. Fichtinger, P. Fiorini, P. Dario, Robotique médicale et chirurgie intégrée par ordinateur. Dans : Siciliano B, Khatib O, éditeurs. *Manuel Springer de robotique*, Springer, Cham (2016)
17. KH Keskinbora, Considérations d'éthique médicale sur l'intelligence artificielle, *Journal of Clinical Neuroscience* 64, 277-282 (2019)
18. GZ Yang, et al. : Robotique médicale – Considérations réglementaires, éthiques et juridiques pour augmenter les niveaux d'autonomie, *Science Robotics* 2(4), eaam8638 (2017)
19. SS Al-Fedaghi, Éthique basée sur la typification pour les agents artificiels. Dans : 2e Conférence internationale de l'IEEE sur les écosystèmes et les technologies numériques, Phitsanulok, Thaïlande : IEEE (2008)

20. P. Lin, K. Abney, G. Bekey, L'éthique du robot : cartographier les enjeux d'un monde mécanisé, *Intelligence artificielle* 175(5-6), 942-949 (2011)
21. H. Rolf, Weber Valeurs socio-éthiques et règles juridiques sur les plateformes automatisées : la quête d'une relation symbiotique, *Computer Law & Security Review* 36, 105380 (2020)
22. A. Leveringhaus, Développer des robots : la nécessité d'un cadre éthique, *European View* 17(1), 37-43 (2018)
23. S. Stark, J. Peters, E. Rueckert, Réutilisation d'expériences avec des primitives de mouvement probabilistes. Dans : *Conférence internationale sur les robots et systèmes intelligents (IROS)*, IEEE, Macao (2019)
24. SG McGill, G. Rosman, T. Ort, A. Pierson, et.al., Métriques de risque probabilistes pour naviguer dans les intersections occultées. Dans : *Conférence internationale sur les robots et systèmes intelligents (IROS)*, IEEE, Macao (2019)
25. N. Stefan, H. Bayram, V. Isler, Atterrissage d'un drone à un emplacement inconnu marqué par une balise radio. Dans : *Conférence internationale sur les robots et systèmes intelligents (IROS)*, IEEE, Macao (2019)
26. F. Langsch, S. Virga, J. Esteban, R. Göbl, N. Navab, Échographie robotique pour la navigation par cathéter dans les procédures endovasculaires. Dans : *Conférence internationale sur les robots et systèmes intelligents (IROS)*, IEEE, Macao (2019)
27. M. Kim, D. Yun, Robot sauteur de pintade avec mécanisme de contrôle de l'équilibre : résultats de modélisation, de simulation et d'expérimentation. Dans : *Conférence internationale sur les robots et systèmes intelligents (IROS)*, IEEE, Macao (2019)
28. J. Ichnowski, R. Alterovitz, Clés de feuille de route incrémentielle à plusieurs niveaux pour la planification de mouvement réactif. Dans : *Conférence internationale sur les robots et systèmes intelligents (IROS)*, IEEE, Macao (2019)
29. A. Singletary, P. Nilsson, T. Gurriet, AD Ames, Sécurité active en ligne pour les manipulateurs robotiques. Dans : *Conférence internationale sur les robots et systèmes intelligents (IROS)*, IEEE, Macao (2019)
30. N. Yilmaz, M. Bazman, A. Alassi, B. Gur, U. Tumerdem, Détection hybride à 6 axes et estimation des forces/couples de pointe sur un instrument chirurgical robotique hyper-redondant. Dans : *Conférence internationale sur les robots et systèmes intelligents (IROS)*, IEEE, Macao (2019)
31. M. Polic, I. Krajacic, N. Lepora, M. Orsag, Autoencodeur convolutif pour l'extraction de caractéristiques dans la détection tactile. Dans : *Conférence internationale sur les robots et systèmes intelligents (IROS)*, IEEE, Macao (2019)
32. S. Joshi, J. Paik, Caractérisation de la force multi-DoF des actionneurs souples. Dans : *Conférence internationale sur les robots et systèmes intelligents (IROS)*, IEEE, Macao (2019)
33. C. Samant, A. Habed, M. de Mathelin, L. Goffin, Calibrage œil-main robuste via une programmation semi-définie à contrainte de rang itérativement repondérée. Dans : *Conférence internationale sur les robots et systèmes intelligents (IROS)*, IEEE, Macao (2019)
34. J. Kim, J. Moon, J. Kim, G. Lee, Conception d'un compensateur compact à gravité variable (CVGC) basé sur une came et un pivot variable d'un mécanisme à levier. Dans : *Conférence internationale sur les robots et systèmes intelligents (IROS)*, IEEE, Macao (2019)
35. SM Chacko, V. Kapila, Une interface de réalité augmentée pour l'interaction homme-robot dans des environnements sans contraintes. Dans : *Conférence internationale sur les robots et systèmes intelligents (IROS)*, IEEE, Macao (2019)

36. A. Casalino, A. Bramer, AM Zanchettin, P. Rocco, Génération adaptative de volumes balayés pour la coexistence homme-robot à l'aide de processus gaussiens. Dans : Conférence internationale sur les robots et systèmes intelligents (IROS), IEEE, Macao (2019)
37. A. Yu. Bokovnya, IR Begishev, ZI Khisamova, et.al., Problèmes pressants liés à l'application illégale de l'intelligence artificielle, International Journal of Criminology and Sociology 9, 1054-1057 (2020)
38. IR Begishev, ZI Khisamova, SG Nikitin, L'organisation de la communauté des hackers : aspects criminologiques et de droit pénal, Rus. J. de Crimin. 14(1), 96-105 (2020)
39. ZI Khisamova, IR Begishev, EL Sidorenko, Intelligence artificielle et problèmes d'assurance de la cybersécurité, stagiaire. J. de la cybercriminalité. 13(2), 564-577 (2019)
40. Il Bikeev, PA Kabanov, IR Begishev, ZI Khisamova, Risques criminologiques et aspects juridiques de la mise en œuvre de l'intelligence artificielle. Dans les actes de la conférence internationale sur l'intelligence artificielle, le traitement de l'information et le cloud Informatique, New York : ACM (2019)
41. IR Begishev, ZI Khisamova, Risques criminologiques liés à l'utilisation de l'intelligence artificielle, Journal russe de criminologie 12(6), 767-775 (2018)
42. ZI Khisamova, IR Begishev, Responsabilité pénale et intelligence artificielle : aspects théoriques et appliqués, Journal russe de criminologie 13(4), 564-574 (2019)