

शैक्षणिक संदर्भ अंक १४१ (एप्रिल - मे २०२३)

रोबॉचे मनोहारी विश्व

लेखक : संजीवनी आफळे

रोबॉंचे मनोहारी विश्व

लेखक : संजीवनी आफळे

आपण बघितलेल्या 'टर्मिनेटर', 'ए. आय.', 'रोबो' अशा सिनेमांमधले मानवासारखे दिसणारे पण अफाट शक्ती असलेले यंत्रमानव आपल्याला आठवत असतील.



डावीकडे चित्रपटातील यंत्रमानव 'वॉली' आणि उजवीकडे भारताचा पहिला श्री डी प्रिंटेड ह्यूमनॉइड रोबो 'मानव' (स्रोत : विकिपीडिया)

त्याचप्रमाणे लहान मुले चित्रात काढतात तसा दिसणारा 'वॉली' आणि मुलांच्याच खेळण्यांतून निपजलेले अवाढव्य 'ट्रॉन्सफॉर्मर्स' हे इतर लोकप्रिय यंत्रमानवही. या माणसांशी संवाद साधणाऱ्या यंत्रमानवांनी भविष्यातल्या यंत्रमानवांची आपल्याला चुणूक दाखवली. अशाच प्रकारचे खरेखुरे

‘मानव’, ‘रश्मी’, ‘व्योमित्र’ असे मानवसदृश्य यंत्रमानव भारतातही तयार केले गेले आहेत. पण भविष्यातले यंत्रमानव काही फक्त आणि फक्त, मानवासारखे दिसणारे, चालणारे, वागणारे, बोलणारे ह्युमनॉइड, ऑटोमॅटन किंवा ड्रॉइड यंत्रमानव नसणार आहेत. खरं तर, ते आपल्या अवतीभवती असणारच, परंतु त्याचबरोबर छोटे छोटे, हुशार आणि स्वतःची बुद्धिमत्ता असणारे, उच्च तंत्रज्ञानाच्या साहाय्याने तयार केलेले मदतनीस यंत्रमानव आपल्या जीवनाच्या प्रत्येक क्षेत्रात असतील. अर्थात यांना यंत्र‘मानव’च म्हणायचं का, ते ठरवावे लागेल नाहीतर दुसरा पर्यायी शब्द शोधावा लागेल. अन्यथा ‘रोबो’ हा इंग्रजी शब्द आहेच.

आपण इंग्रजी शब्द म्हणतो आहोत, पण ‘रोबो’ हा शब्द इंग्रजीमध्ये १८३९ साली पहिल्यांदा वापरला गेला होता आणि तो आला आहे जर्मन भाषेतून. आणि जर्मन भाषेमध्ये तो चेक भाषेतील ‘रोबोटा’ या शब्दावरून आलेला आहे. त्याचा अर्थ आहे वेठबिगारी किंवा गुलामी. आधुनिक अर्थाने रोबो म्हणजे ‘मानवी प्रयत्नांची जागा घेणारे कोणतेही स्वयंचलित मशीन’. या अर्थाने रोबो हा शब्द १९२० साली चेकोस्लोवाकियाचा लेखक कारेल कपेक याने त्याच्या ‘द युनिव्हर्सल रोबोज’(R. U. R.: Rossum’s Universal Robots) या नाटकामध्ये वापरला. माणसासारखे दिसणारे कृत्रिम कामगार तयार करणारा कारखाना आणि त्यांनी स्वातंत्र्यासाठी दिलेला लढा या नाटकात दाखवला आहे.

रोबोंची रचना किंवा आराखडा करणे, तो तयार करणे आणि त्यांचे उपयोग करणे याकरिता वापरले जाणारे शास्त्र आणि तंत्रज्ञान ‘रोबोटिक्स’ या शाखेअंतर्गत गणले जाते.

आता वापरले जाणारे रोबो म्हणजे एक प्रोग्राम करण्यायोग्य यांत्रिक उपकरण जे आजूबाजूच्या पर्यावरणाशी मानवी हस्तक्षेपाशिवाय संवाद साधू शकते आणि त्याला नेमून

दिलेले काम करू शकते. माणसाची कितीतरी वेळखाऊ आणि कष्टाची कामे आता रोबोंनी अंगावर घेतली आहेत. कारखान्यात केली जाणारी पॅकेजिंग, असेंब्ली, पेंटिंग, सामानाची हलवाहलव अशी कष्टाची कामे हे रोबो वेगाने आणि अचूकपणे करतात. न थकता काम करणाऱ्या रोबोंमुळे उत्पादनक्षमता आणि गुणवत्ता वाढली. ना त्यांना डबा खायची सुट्टी लागते की आणखी कसली सुट्टी. काही रोबो माणसाशी संवाद साधू शकतात आणि त्याला साथसोबतही करू शकतात. कृत्रिम बुद्धिमत्ता असलेले रोबो 'मशीन लर्निंग' या तंत्रामुळे आपले आपण शिकत जातात आणि त्यांच्या कामामध्ये सुधारणा होत जाते.

परंतु शेवटी रोबो एक मशीन असल्यामुळे त्याचीही निगराणी ठेवावीच लागते, त्यात बिघाड होऊ शकतो, दरवेळी ते तेवढ्याच उच्च प्रतीचे काम करतीलच याची कधीकधी खात्री नसते. आणि मुख्य म्हणजे त्यांच्या किमती अजूनही सामान्य माणसाला परवडणाऱ्या नाहीत.

तरीही या क्षेत्रातील तज्ञ व्यक्तींच्या मतानुसार येत्या काळात रोबो तंत्रज्ञान मोठी झेप घेईल यात शंका नाही. घराची फरशी पुसणारे, व्हॅक्युम वापरून घरातली धूळ साफ करणारे रोबो तुमच्यापैकी काहींच्या घरात असतीलच. तसेच झाडांना पाणी



झाडांवरून पिकलेल्या स्ट्रॉबेरी काढणारा
रोबो
स्रोत :

<https://www.bbc.com/news/business-43816207>

घालणारे, बागेतील गवत कापणारे रोबोही तुमच्या घरात दिसण्याचे दिवस फार दूर नाहीत. शेतीच्या कामांमध्येही रोबो उपयुक्त आहेत. पेरणी करणारे, टॉमेटो, सफरचंद, स्ट्रॉबेरी अशी

फळे काढणारे रोबो वापरण्यात येत आहेत. हॉटेलमध्ये गेल्यावर अन्नपदार्थ आणून देणारे, टपालपेटीत पत्र आणून टाकणारे, वस्तू घरपोच पोचवणारे रोबो तयार होत आहेत. रोबोटिक शस्त्रक्रियांना सुरुवात झालीच आहे. त्याचबरोबर सैन्यामध्ये, अंतराळमोहिमांमध्ये रोबोंचा वापर केला जातो आहे. नासाने त्यांच्या कितीतरी अंतराळ मोहिमांमध्ये अशा रोबोंचा वापर केलेला आहे.

अशा या मानव प्राण्यालाही कामात मागे टाकणाऱ्या रोबोकडे कोणकोणत्या क्षमता असतात, तर, बुद्धिमत्ता (intelligence), संवेदनक्षमता (sensitivity), हस्तकौशल्य (dexterity), ऊर्जा (power) आणि स्वातंत्र्य (independence). या सगळ्या गुणधर्मांमुळे रोबोला एक स्वतंत्र व्यक्तिमत्व लाभते. मशीन लर्निंग तंत्रामुळे रोबो आता आपले आपण शिकून अधिकाधिक शहाणे होऊ लागले आहेत.

हे सगळे गुणधर्म असण्यासाठी रोबो तीन मुख्य भागांचा तयार केलेला असतो. पहिला



रोबोला स्पर्शाचे ज्ञान व्हावे
यासाठी टॅक्टायल सेन्सर
बसवलेले असतात (स्रोत :
विकिपीडिया)

भाग म्हणजे सेन्सर किंवा संवेदक. माणूस जसा पंचेंद्रियांच्या मदतीने आजूबाजूच्या घडामोडींची माहिती मिळवत असतो तसाच रोबोमध्ये बसवलेल्या कॅमेरा किंवा मायक्रोफोनच्या साहाय्याने तो आजूबाजूच्या वातावरणाची माहिती मिळवत असतो. यामुळे त्याला भवतालच्या प्रतिमा आणि आवाजाचे ज्ञान होते. तापमान आणि दाबाचे ज्ञान होण्यासाठी काही

रोबोंना थर्मामीटर आणि बॅरोमीटर बसवलेले असतात. काही वेळा रोबो भिंतीवर किंवा

कशावर तरी आपटला किंवा पडला तर ते त्याला कळावे आणि तो पुन्हा पूर्ववत जागेवर येण्याकरिता त्याच्यावर सेन्सर बटणे असतात. आजूबाजूच्या विश्वातील घडामोडी रोबोला कळाव्या म्हणून त्यावर सुपरसॉनिक किंवा लेसरचे संवेदक बसवलेले असू शकतात. अंतराळात पाठवलेल्या रोबॉना पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण आणि तिचे चुंबकीय क्षेत्र याच्या संदर्भात त्यांची जागा कळावी यासाठी प्रवेगमापक (accelerometer) आणि मॅनेटोमीटर दिलेला असतो.

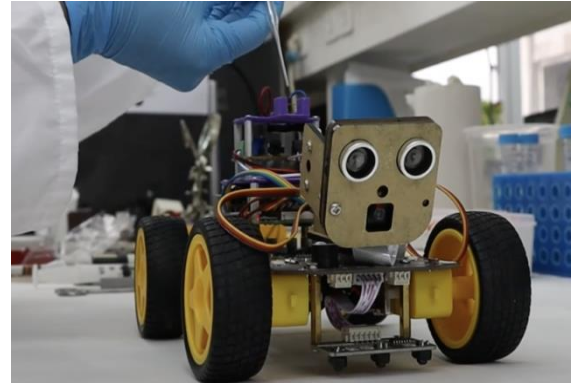
दुसरा भाग असतो **इफेक्टर**. माणसाला त्याच्या हातापायांमुळे, त्यांच्या वैशिष्ट्यपूर्ण रचनेमुळे आणि त्यातील मज्जातंतूंच्या जाळ्यामुळे असलेले हस्तकौशल्य इफेक्टरमुळे रोबोला प्राप्त होते. रोबोचा हा भाग त्याला नेमून दिलेले काम करतो. हा भाग म्हणजे अगदी स्क्रू ड्रायव्हर, अणुकुचीदार टोक, हातोडा, कुदळ, फावड्या सारखे, कोणतेही उपकरण असू शकते, आणि ते तुम्ही रोबोवर बसवून त्याला रोबोच्या संगणकाच्या मदतीने नियंत्रित करू शकता. वैद्यकीय क्षेत्रात विविध शस्त्रक्रिया आणि इतर कौशल्यपूर्ण कामांमध्ये वापरला जाणारा रोबोटिक हँड हे याचे उदाहरण. यावर विशेष स्वरूपाची सुरी, कात्री किंवा अन्य उपकरण बसवलेले असते. काही रोबोवर आवाज निर्माण करणारे किंवा आपल्याशी बोलणारे ध्वनिप्रक्षेपक यंत्र बसवलेले असते. ही सगळी कौशल्ये वापरण्यासाठी, हालचाली करण्यासाठी लागणारी ऊर्जा रोबोला पुरवावी लागते.

रोबोचा तिसरा महत्त्वाचा भाग म्हणजे त्याची **नियंत्रण यंत्रणा-कंट्रोल सिस्टीम** किंवा त्याचा मेंदूच म्हणाना. अगदी साध्या पूर्व प्रोग्राम केलेल्या रोबोमध्ये एखादी ठरावीक संगणकीय प्रणाली दिलेली असते. तिच्या साहाय्याने तो एकच विशिष्ट काम वारंवार करत

राहातो. त्याला आजूबाजूच्या वातावरणाचे ज्ञान होईलच असे नसते. तर इतर स्वयंचलित रोबोंमध्ये पर्यावरणातील बदल शोधणारी संवेदक उपकरणे असतात आणि त्याच्या संगणकामध्ये अशा बदलांना देण्याचे वेगवेगळे प्रतिसाद पुरवलेले असतात. त्यामुळे हा रोबो भवतालच्या बदलांना योग्य तो प्रतिसाद देऊ शकतो.

याशिवाय रोबोचे हे तीन मुख्य भाग जरी असले तरी संशोधकांनी निसर्गापासून प्रेरणा घेऊन, सजीवांच्या कान, नाक, डोळे, स्नायूंची नक्कल करून अनेक वैशिष्ट्यपूर्ण रोबो तयार केले आहेत. अशा प्रकारचे रोबो तयार करण्याच्या शाखेला 'बायो इन्स्पायर्ड रोबोटिक्स' म्हणतात. यातूनच पुढे 'सॉफ्ट रोबोटिक्स' ही शाखा उदयाला आली आहे. या शाखेद्वारे जैवसंवेदक किंवा बायोसेन्सर्स (उदा. डोळे), रोबो कार्यान्वित करणारे बायोअॅक्च्युएटर्स (उदा. स्नायू) आणि जैविक पदार्थ (उदा. कोळी तयार करत असलेले तंतू) यांवर संशोधन केले जाते.

प्राण्यांचे कान, नाक आणि डोळे यांच्या कामाची बरोबरी कोणतेच यंत्र करू शकत नाही. विमानतळावर आत शिरताना नाही का मेटल डिटेक्टर यंत्र आपल्या बॅगेतली धातूची वस्तू शोधून काढते, पण एखाद्याकडे अंमली पदार्थ आहे की नाही हे मात्र एखादा कुत्राच ओळखू शकतो. तेल अवीव येथल्या संशोधकांनी असा रोबो तयार केला आहे की त्यामध्ये जैविक सेन्सर्सना म्हणजेच टोळ या कीटकाच्या अँटेनाला रोबोच्या इलेक्ट्रॉनिक



तेल अवीव येथील शास्त्रज्ञांनी तयार केलेला 'रोबो-टोळ' स्रोत:

<https://www.timesofisrael.com/israeli-robot-fitted-with-locust-antenna-gains-scent-superpowers/>

प्रणालीशी जोडले आहे आणि मशीन लर्निंग अल्गोरिदम वापरून तो रोबो सामान्यतः वापरल्या जाणाऱ्या इलेक्ट्रॉनिक उपकरणापेक्षा १०००० पट जास्त संवेदनशीलतेने गंध ओळखण्यात सक्षम झाला आहे. भविष्यात हा रोबो स्फोटके, अंमली पदार्थ हुडकून काढण्यासाठी तसेच रोगनिदान करण्यासाठी वापरता येईल असे या संशोधकांचे मत आहे. शिवाय तो नुसत्या गंधावरून व्हिस्की या मद्याचे निरनिराळे प्रकारही ओळखू शकेल.

गाड्या तयार करण्याच्या कारखान्यात एका जागी उभे राहून काम करणारे रोबो वापरले जात असले, तरी इतर ठिकाणी जर ते चालू शकले, हालचाल करू शकले, तर त्यांचा जास्त उपयोग होऊ शकतो. काही रोबोंना चाके असतात, पण ते जिने चढू शकत नाहीत किंवा खडबडीत पृष्ठभागावर चालू शकत नाहीत. या अनुषंगाने, विशेषतः रोबोंच्या हालचालींमध्ये सजीवांची नक्कल करून चालणारे, रांगणारे, पोहणारे, सरपटणारे, उडणारे किंवा उड्या मारणारे असे अनेक कौशल्यपूर्ण कामे करणारे रोबो वापरात आहेत. चार पाय असलेला, अतिशय हलका, पुढे, मागे, खाली वर कोणत्याही दिशेने भरभर चालणारा, उलट उडी मारू शकणारा मॅसेच्युसेट्स इन्स्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलॉजीने तयार केलेल्या 'मिनी चिंता' या मजबूत रोबोवर शास्त्रज्ञांना वाटेल तसे प्रयोग करता येतात. तो अतिशय मजबूत असल्यामुळे तुटण्याची भीती नाही आणि जरी तो तुटला तरी जोडणे अतिशय सोपे आहे. या उलट मोठ्या रोबोंवर प्रयोग करणे अवघड असते आणि तो तुटले तर जोडणे जिकीरीचे असते. यामुळे मिनी चिंता रोबोटिक्स क्षेत्रात संशोधनासाठी योग्य मानला गेला आहे.

तर कीटकांसारखे पाय असलेले रोबो भूकंपात ढिगाऱ्याखाली अडकलेल्या माणसांची सुटका करणे, माणसे जाऊ शकत नाहीत अशा धोकादायक गुहांमध्ये जाणे,

पाण्याखाली असलेल्या जहाजांची पाहणी करणे, पर्यावरणीय अभ्यास मोहिमेत सहभागी होणे अशी कामे करू शकतात. मानवरहित हवाई वाहने अधिक चांगल्या प्रकारे उडू शकतात.

या सॉफ्ट रोबॉकडे नुसतेच सॉफ्ट किंवा लवचीक असणे, या व्यतिरिक्त अनेक महत्त्वाचे गुण असतात. मानवी त्वचा आणि पेशींबरोबर वापरता येतील अशा पदार्थांचा



भारतात दिल्ली येथे तयार केलेल्या
'मंत्रा' या सर्जिकल रोबोसह डॉ सुधीर
श्रीवास्तव

स्रोत :

<https://timesofindia.indiatimes.com/business/startups/companies/how-a-young-team-built-a-surgical-robot/articleshow/98467572.cms>

उपयोग सॉफ्ट रोबो बनवताना केलेला असतो. ते वजनाला हलके, लवचीक असतात आणि त्यांचा आकार बदलू शकतो. मानवाच्या संपर्कात असताना ते आरामदायक, जखमा होणार नाहीत असे मऊ असतात. या गुणांमुळे वैद्यकीय क्षेत्रात सॉफ्ट रोबॉवर संशोधन करण्यात येत आहे. अंगावर घालायचे सॉफ्ट वेअरेबल रोबो, सॉफ्ट कृत्रिम अवयव तर आहेतच परंतु, मिनीएचर सॉफ्ट रोबो चिरफाड न करता करण्यात येणाऱ्या शस्त्रक्रिया, शरीरात मेडिकल इम्प्लांट बसवणे, शरीरातील एखाद्या अवयवापर्यंत औषध नेऊन पोचवणे अशी कामे रक्तवाहिन्यांना किंवा पेशींना इजा न होऊ देता करू शकतील. या गुणधर्मांचा वापर करून मदतनीस रोबो (Co-robots) तयार करण्याचाही प्रयत्न केला जात आहे. नर्सिंग आणि वृद्धांची काळजी घेण्यासाठी अशा मानव रोबॉचा (Humanoid) उपयोग होऊ शकतो.

असे हे विस्मयकारक आणि मनोहारी रोबोंचे विश्व. माणसाचे जगणे सुसह्य करणारे यांत्रिक रोबो आणि सॉफ्ट रोबो म्हणजे विज्ञानाने दिलेली मोठी देणगीच म्हटले पाहिजे. परंतु आतापर्यंत शोधण्यात आलेली निरनिराळी यंत्रे आणि तंत्रज्ञान त्यांच्या फायद्यांबरोबर तोटेही घेऊन आली आहेत, हे विसरता कामा नये. तंत्रज्ञानावर स्वार व्हायचे की त्याच्या आहारी जायचे हे असे एकाहून एक सरस शोध लावणाऱ्या बुद्धिमान माणसाच्याच हातात आहे. नाहीतर, 'रोबोंचे विश्व' म्हणता म्हणता आपले जग त्यांचेच होऊन जाईल कारण पुढील काही वर्षांतच आपल्या आजूबाजूला, पदोपदी रोबो असणारच आहेत. विविध कामे करणाऱ्या या रोबोंमुळे रोजगार कमी होतील अशी भीती नेहमी व्यक्त केली जाते. पण संगणक आले तेव्हाही हीच भीती व्यक्त केली गेली होती. पण कोणतेही नवे तंत्रज्ञान आले की माणसांसाठी नव्या प्रकारचे रोजगारही तयार होतात. मात्र या रोजगारांसाठी वेगळी कौशल्ये लागू शकतात. त्यामुळे सतत शिकत राहणे, नवी कौशल्ये अंगीकारत राहणे हे आवश्यक झाले आहे.

§§§

लेखक : संजीवनी आफळे, शैक्षणिक संदर्भ गटात सहभागी.

इ-मेल : saaphale@rediffmail.com

(कळीचे शब्द: यंत्रमानव, रोबो, ह्युमनॉइड, रोबोटिक्स, सॉफ्ट रोबोटिक्स, सॉफ्ट रोबो आणि त्यांचे
उपयोग)

शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिकाविषयी

शैक्षणिक संदर्भ हे पालकनीती परिवाराचे द्वैमासिक ऑगस्ट १९९९ पासून संदर्भ सोसायटी प्रकाशित करत आहे. मराठीतून चांगले विज्ञान वाचायला मिळावे, शालेय व महाविद्यालयीन विद्यार्थ्यांच्या कुतूहलाला प्रोत्साहन मिळावे, अनुभवांना जोडून असलेल्या विज्ञानाची सहज ओळख व्हावी आणि समाजात वैज्ञानिक दृष्टिकोन वाढावा, हे याचे उद्देश आहेत.

२०१८ सालापासून आम्ही शैक्षणिक संदर्भची छापील आवृत्ती न काढता इ-अंक प्रकाशित करत आहोत व इमेल आणि व्हॉट्सॅपच्या माध्यमातून वाचकांपर्यंत पोहोचवत आहोत.

आपल्याला आमचे अंक वाचायचे असल्यास आपला इ-मेल पत्ता आणि व्हॉट्सॅप क्रमांक (ऐच्छिक) आम्हाला sandarbh.marathi@gmail.com वर पाठवावा. दर आठवड्याला एक लेख व दर दोन महिने पूर्ण झाल्यावर आठ लेखांचा एकत्रित एक अंक असे आपल्याला पीडीएफ स्वरूपात मिळतील.

www.sandarbhsociety.org या वेबसाईटला जरूर भेट द्या. जुने अंकही त्यावर पीडीएफ स्वरूपात उपलब्ध आहेत.

हा उपक्रम विनामूल्य आहे, पण आपण आपला सहभाग ऐच्छिक देणगी रूपात संदर्भ सोसायटीकडे पाठवू शकता. अधिक माहिती वेबसाइटवर उपलब्ध आहे.

- संपादक मंडळ, शैक्षणिक संदर्भ व विश्वस्त मंडळ, संदर्भ सोसायटी