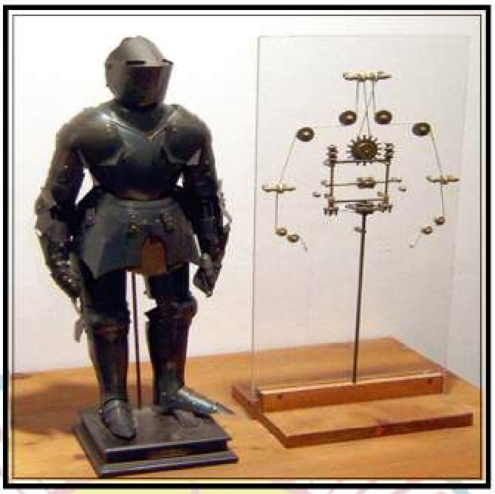
रोबोटिक्स (Robotics)

❖ परिचय (Introduction) :

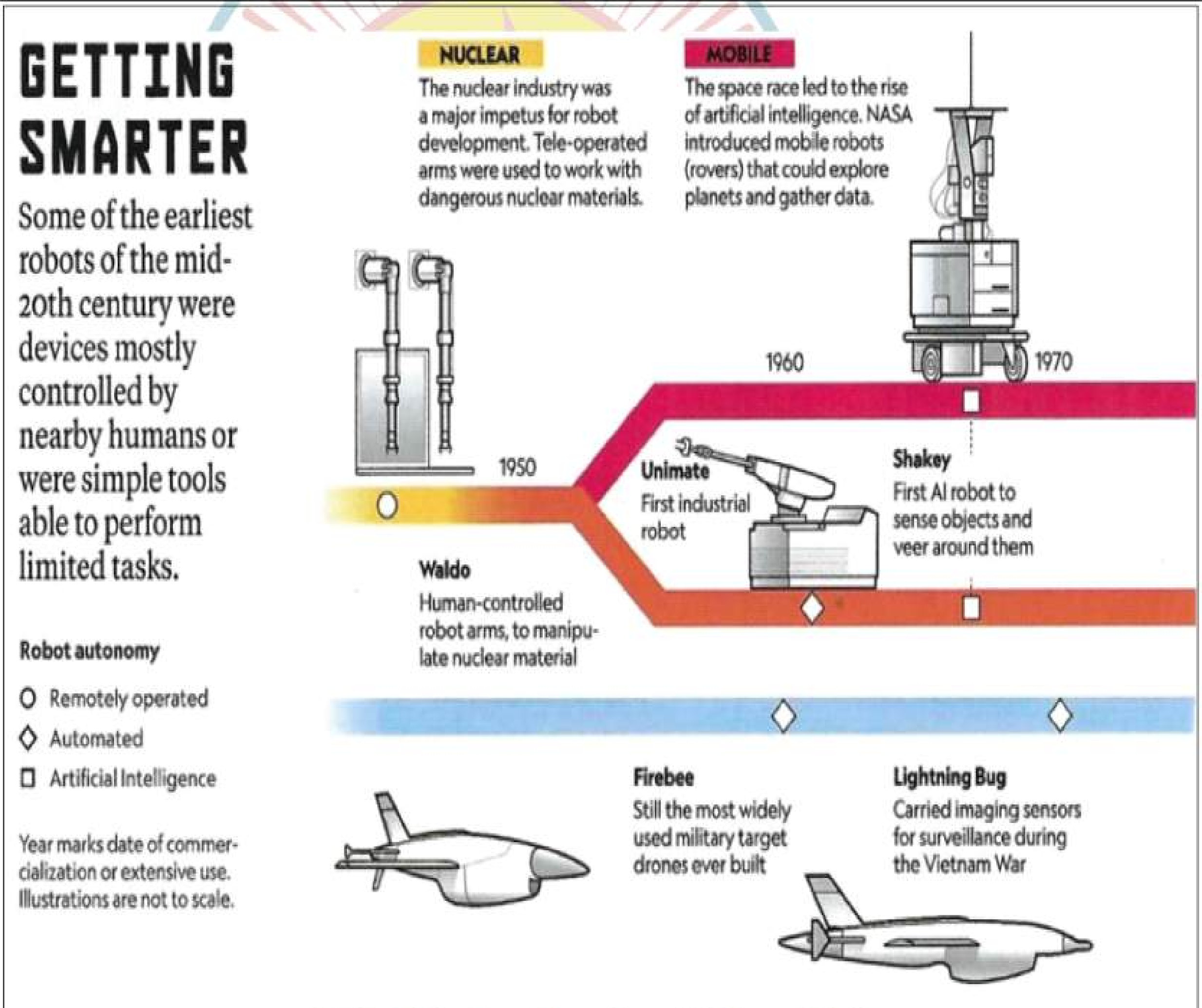
- लियोनार्डो द विन्सी (Leonardo da Vinci) ने 16वीं शताब्दी के प्रथम दशक में कई मानव–प्रेरित, रोबोट–सृदश्य स्केचेज डिजाइन्स और मॉडल्स बनाए।



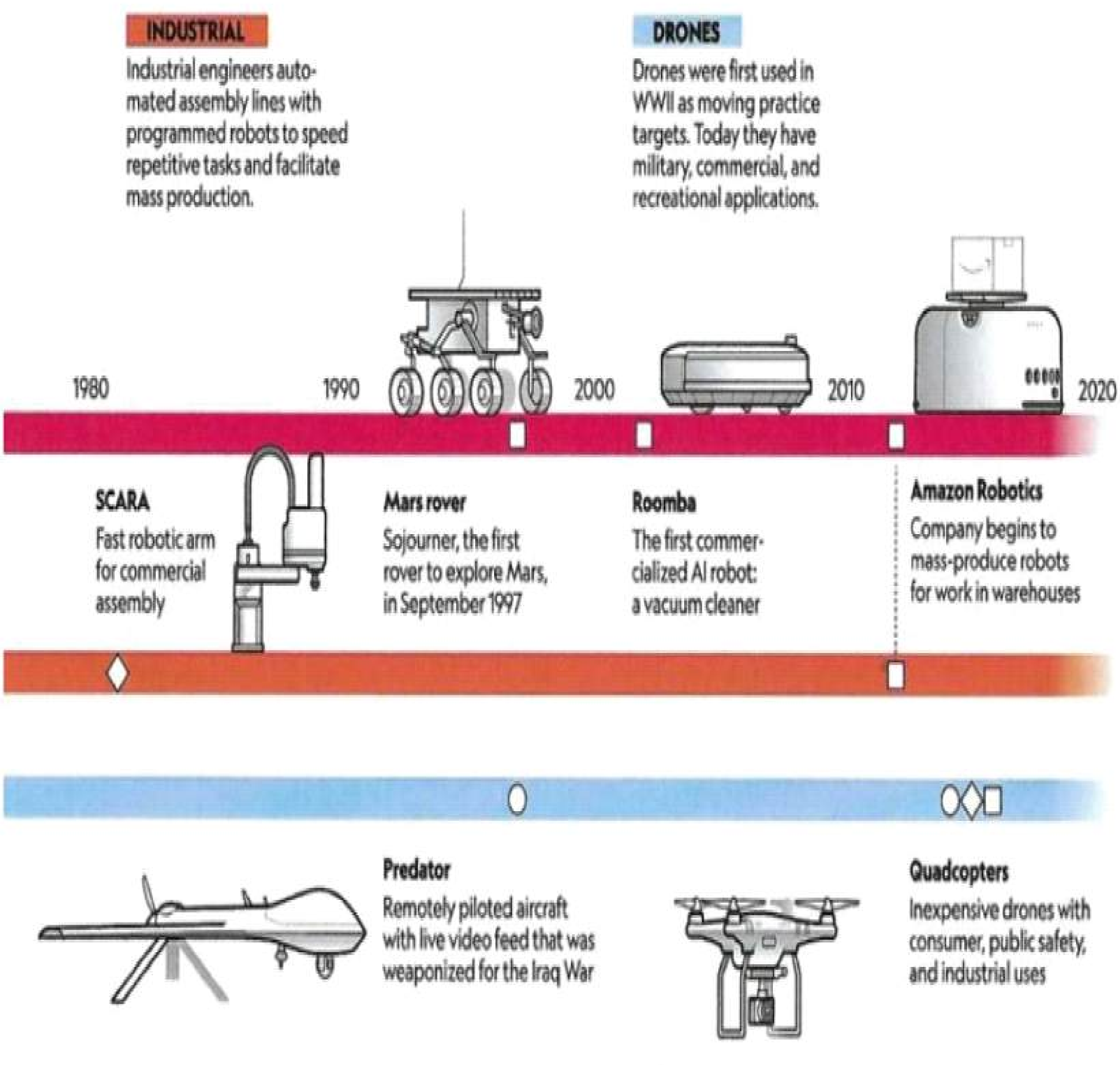
- 'रोबोट' Robot शब्द को जनता के सामने चेक (Czech) लेखक कारले कैपे (Karel Capek) ने अपने नाटक R.U.R. (Rossum's Universal Robots) में 1920 में प्रस्तुत किया था। रोबोटा कामगार या कृषि–मजदूर के लिए एक चेक शब्द है।
- 'रोबोटिक्स' (Robotics) शब्द का इस्तेमाल पहली बार आइजैक असिमोव (Isaac Asimov) ने अपनी विज्ञान–कल्पना (Science fiction) लघु कथा लायर (Liar!) में किया था जो मई 1941 में एस्टाउंडिंग साइंस फिक्शन में प्रकाशित हुई थी।
- असिमोव इस बात से अनजान थे कि वे इस शब्द को गढ़ रहे हैं, चूंकि विद्युत उपकरणों का विज्ञान और प्रौद्योगिकी इलेक्ट्रॉनिक्स है, उन्होनें माना कि रोबोटिक्स पहले से ही रोबोट के विज्ञान और प्रौद्योगिकी के लिए संदर्भित है।
- पहले आधुनिक औद्योगिक रोबोट्स संभवतया 'यूनिमेट्स' थे, जो जॉर्ज देवोल और जो एंगलबर्गर (Joe Engleberger) द्वारा 1950 और 60 के दशक में बनाए गए थे।
- एंगलबर्गर और देवाले ने पहली रोबोटिक्स कम्पनी, यूनिमेशन (unimation) प्रारम्भ की। एंगलबर्गर और देवोल 'औद्योगिक रोबोट के जनक' (Father of Industrial Robots) थे।
- उनकी कम्पनी, यूनिमेशन ने 1961 में मानव भुजा (Arm) से प्रेरित पहला औद्योगिक रोबोट, PUMA (Programmable Universal Manipulator Arm) बनाया।

PUMA Industrial Robot

❖ रोबोट का संक्षिप्त इतिहास :



Robot History Timeline, 1950s – 1970s



Robot History Timeline, 1980s – 2020s

- एक रोबोट को एक कम्प्यूटरीकृत प्रणाली के रूप में परिभाषित किया जाता है जिसमें एक मोटरयुक्त निर्माण (आमतौर पर एक भुजा) पर्यावरण के साथ अंतः क्रिया में सक्षम होता है।
- अपने सबसे बुनियादी रूप में, इसमें सेंसर होते हैं, जो रोबोट की वर्तमान स्थिति पर फीडबैक डेटा उपलब्ध कराते हैं, और एक सिस्टम होता है जो इस सूचना को प्रोसेस करता है ताकि अगली कार्यवाही निर्धारित की जा सके।
- रोबोट मूल रूप से एक मशीन है जो एक या अधिक कार्यों को सटीकता और सूक्ष्मता के साथ स्वचालित रूप से करने में सक्षम है।
- अन्य मशीनों के विपरीत, एक रोबोट प्रोग्राम करने योग्य होता है, जिसका अर्थ है कि वह कम्प्यूटर प्रोग्राम के माध्यम से दिए गए निर्देशों का पालन कर सकता है।
- रोबोट एक संवेदन और एक्चुएशन के साथ शारीरिक रूप से सन्निहित कृत्रिम रूप में बुद्धिमान डिवाइस है।

Actuator (एक्चुएटर)

- एक्चुएटर मशीन का एक घटक होता है जो एक मैकेनिज्म या सिस्टम को स्थानान्तरित करने और नियंत्रित करने के लिए जिम्मेदार होता है उदाहरण के लिए एक वाल्व को खोलने के द्वारा। सरल शब्दों में, यह एक 'मूवर' होता है। यह संवेदन (sense) कर सकता है। यह कार्य कर सकता है। इसे संवेदन और कार्य को कनेक्ट (connect) करने के लिए सोचना या सूचना प्रोसेस करना, आवश्यक है।

- क्या वॉशिंग मशीन एक रोबोट है ? अधिकांश लोग इसे रोबोट के बजाय उपकरण (appliance) कहेंगे, लेकिन इसमें संवेदन (sensing) एक्चुएशन (actuation) और प्रोसेसिंग होती है। डेविड बिसेट (David bisset) के अनुसार उपकरण (appliance) और रोबोट के बीच एक संभावित अंतर है : क्या कार्यस्थल (workspace) डिवाइस के भौतिक रूप से अंदर है या बाहर ? रोबोटिक्स कम्प्यूटर विज्ञान और इंजीनियरिंग की एक अंतः विषयक शाखा है। रोबोटिक्स में रोबोट का डिजाइन, निर्माण, संचालन और उपयोग शामिल है। रोबोटिक्स का लक्ष्य ऐसी मशीनों को डिजाइन करना है जो मनुष्यों की मदद कर सकें और हाथ बंटा सकें।

❖ **रोबोटिक्स के नियम (Laws of Robotics) :** असिमोव (Asimov) ने 'रोबोटिक्स के तीन नियम' प्रस्तावित किए थे और बाद में उन्होनें 'शून्यवाँ नियम' (Zeroth law) जोड़ा।

♦ **नियम 0 :** एक रोबोट मानवता (Humanity) को क्षति नहीं पहुँचा सकता या निष्क्रियता (inaction) के माध्यम से मानवता को क्षति (harm) नहीं पहुँचा सकता।

♦ **नियम 1 :** एक रोबोट मानव को चोटिल नहीं कर सकता या निष्क्रियता के माध्यम से मानव को नुकसान नहीं पहुँचा सकता जब तक कि यह उच्च क्रम के कानून का नियम का उल्लंघन न करे।

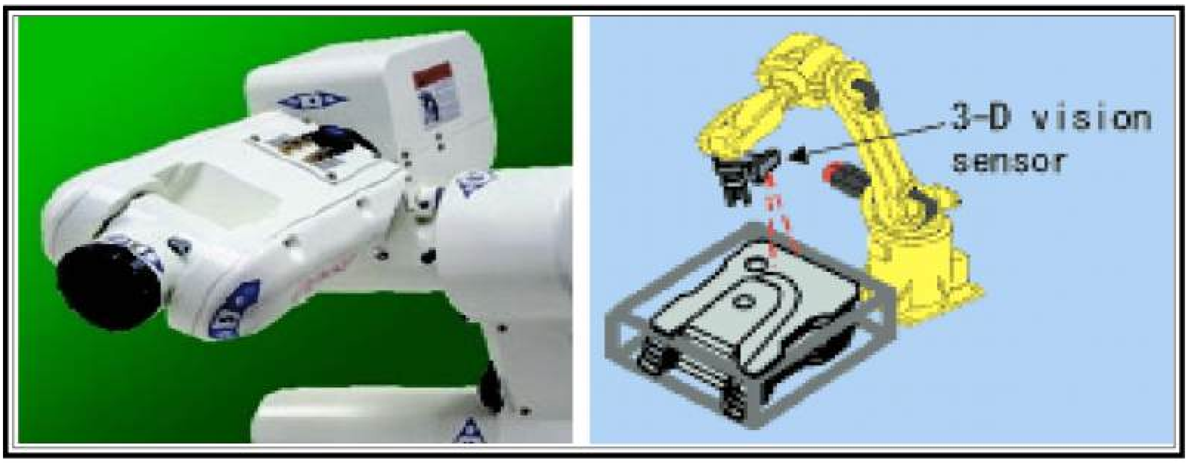
♦ **नियम 2 :** एक रोबोट को मानव द्वारा दिए गए आदेश का पालन करना चाहिए, सिवाय जहाँ ऐसे आदेश उच्चतर क्रम के नियम (नियम 0 और नियम 1) के साथ टकराव में हों।

♦ **नियम 3 :** एक रोबोट को अपने अस्तित्व की रक्षा करनी चाहिए जब तक कि ऐसा संरक्षण उच्चतर क्रम के नियम (नियम 0, 1 और 2) के साथ टकराव में न हो।

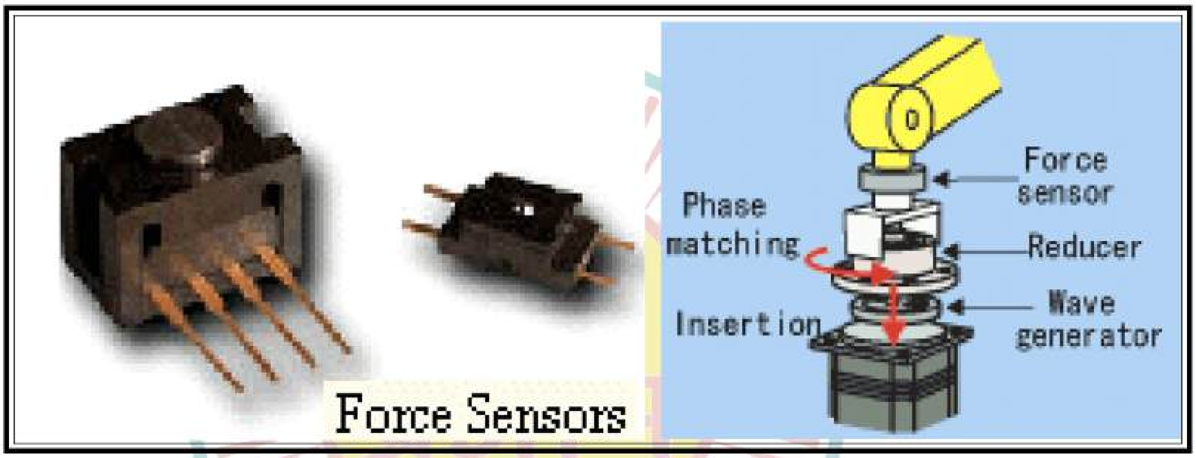
रोबोट के आधारभूत भाग (Basic Parts of a Robot)

(i) **सेंसर (Sensors)**–रोबोट के विन्यास/स्थिति को और इसके पर्यावरण को मापते हैं और रोबोट नियंत्रक को इलेक्ट्रॉनिक संकेतों (जैसे–भुजा की स्थिति, जहरीली गैस की उपस्थिति) के रूप में ऐसी सूचना भेजते हैं। रोबोट को अक्सर ऐसी सूचना की आवश्यकता होती है जो मानव की पाँचों इन्द्रियों के भी परे हैं उदाहरण के लिए – अंधेरे में देखने की क्षमता, अदृश्य विकिरणों की छोटी सी भी मात्रा का पता लगाना, ऐसी गति (movement) को मापना जो मानव आँखों से देखने के लिए बहुत छोटी या तीव्र हों।

- **विजन सेंसर (vision sensors)**–उदाहरण के लिए कोष्ठ को चुनना, निरीक्षण करना आदि।



- **फोर्स सेंसर (Force Sensors)**–जैसे पार्ट्स की फीटिंग (fitting) और प्रविष्टि (insertion), रोबोटिक सर्जरी (robotic surgery) में फोर्स फीडबैक।



- **सामीप्य सेंसर (Prozimity Sensors)**–जो बिना किसी भौतिक सम्पर्क के आस–पास की वस्तुओं की उपस्थिति का पता लगाने में सक्षम है।

- टिल्ट सेंसर (Tilt Sensors)–रोबोट को संतुलित करने के लिए

(ii) **एक्चुएटर (Actutors)**–एक्चुएटर ऐसे उपकरण होते हैं जो रोबोट में गति लाते हैं। डीसी मोटर्स, स्टे पर मोटर्स (Stepper motors), सर्वो मोटर्स (servo motors) आदि जैसे कई एक्चुएटर का उपयोग किया जाता है। जिस तरह से एक साथ जुड़े हुए हैं, उनका सर्किट आलेख उनका स्थान अभिविन्यास उनकी स्थिति आदि सब कुछ एक्चुएटर सिस्टम के तहत् आता है।

(iii) **नियंत्रक (Controller)**–मैनीपुलेटर/मोबाइल रोबोट को नियंत्रित करने के लिए आवश्यक बुद्धि/उपलब्ध कराता है।

- संवेदी सूचना (sensory information) को प्रोसेस करता है और एक्चुएटर्स को निर्दिष्ट कार्य को करने के लिए नियंत्रण आदेश को कम्प्यूटर करता है।

(iv) **स्टोरेज हार्डवेयर (Storage Hardware)** – उदाहरण के लिए कंट्रोल प्रोग्राम और सेंसर से प्राप्त रोबोट सिस्टम की स्थिति को स्टोर करने के लिए मैमोरी।

(v) **कम्प्यूटेशन हार्डवेयर (Computation Hardware)** – कम्प्यूटेशनल इंजन जो नियंत्रण कमाण्ड को कम्प्यूटर करता है।

(vi) **इंटरफेस हार्डवेयर (Interface Hardware)** – बाह्य जगत (संसद और एक्युएटर्स) के साथ डिजिटल कंट्रोलर के इंटरफेस के लिए हार्डवेयर।

❖ Degree of Freedom (DoF) :

- एक डिवाइस द्वारा स्वतंत्र गतियों (Motions) की संख्या डिग्री ऑफ फ्रीडम (DoF) कहलाती है।

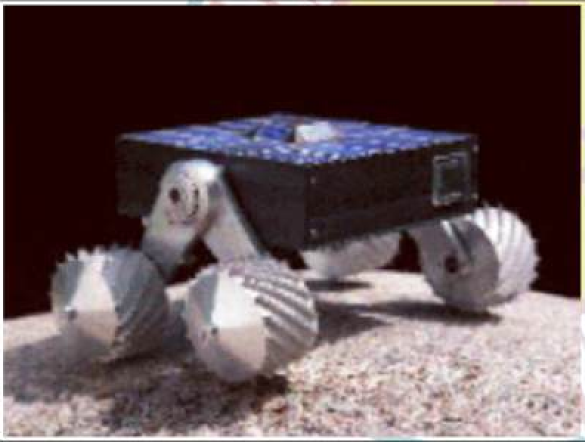
❖ मैनिपुलेटर (Manipulator) :

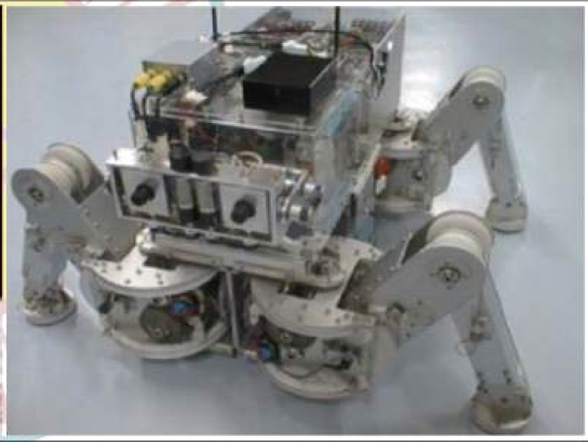
- मैनिपुलेटर एक प्रकार का एक्चुएटर है जिसका उपयोग वस्तुओं को मानव हाथ के समान स्थानान्तरित करने के लिए किया जाता है।

❖ रोबोट्स के प्रकार :

(i) मैनिपुलेटर (Manipulator).

(ii) लैग्ड रोबोट (Legged Robot) **व्हील्ड रोबोट (Wheeled Robot)**





(iii) स्वायत्र अन्त:जलीय व्हीकल **अनमैंड एरियल व्हीकल**

(Automomous Underwater vehicle) **Unmanned Aerial Vehical (UAV)**

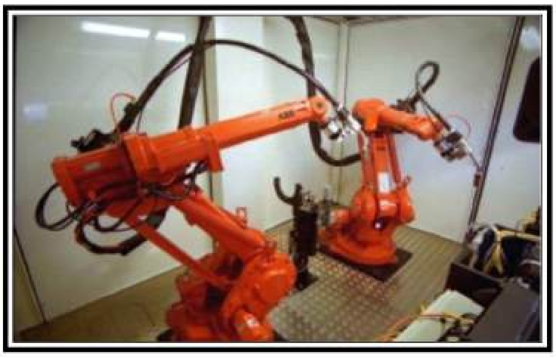
(iv) मनोरंजन के लिए रोबोटिक खिलौने

(v) घर और उद्योगों सफाई के लिए रोबोट :

(iv) ह्यूमेनॉइड रोबोट (Humanoid Robot)– व्योममित्र

❖ **रोबोट्स के लाभ :**

- रोबोटिक्स और स्वचालन कई स्थितियों में उत्पादों की उत्पादकता, सुरक्षा, दक्षता गुणवत्ता और निरंतरता (consistency) को बढ़ा सकते हैं। रोबोट खतरनाक वातावरण में काम कर सकते हैं।



- रोबोट्स को किसी पर्यावरणीय सुविधा की आवश्यकता नहीं होती है।
- रोबोट्स बिना किसी मानवीय आवश्यकताओं और बीमारियों के लगातार काम कर सकते हैं।
- रोबोट्स में हर समय दोहराने योग्य सूक्ष्मता होती है।

- रोबोट मनुष्यों की तुलना में बहुत अधिक सटीक हो सकते हैं, उनके पास मिली (milli) या माइक्रो (micro) इंच की शुद्धता हो सकती है। रोबोट और उनके सेंसर में मनुष्यों से भी ज्यादा क्षमताएँ हो सकती हैं। रोबोट एक साथ कई उत्तेजनाओं या कार्यों को संसाधित कर सकते हैं, मनुष्य केवल एक ही कर सकते हैं।
- रोबोट्स मानव श्रमिकों को प्रतिस्थापित करते हैं जो आर्थिक समस्याएँ पैदा करते हैं। रोबोट ऐसे कार्य कर सकते हैं जो मानव नहीं करना चाहते हैं।

❖ **रोबोट्स की हानियाँ :**

○ **रोबोट में आपात स्थिति में प्रतिक्रिया करने की क्षमता नहीं होती है, जो निम्नलिखित का कारण बन सकता है–**

- अनुचित और गलत प्रतिक्रिया।
- निर्णय लेने की शक्ति की कमी।
- शक्ति की हानि।
- रोबोट और अन्य उपकरणों को नुकसान।
- मानव चोटें।

- रोबोट में निम्न के संबंध में सीमित क्षमताएँ हो सकती हैं–

- स्वतंत्रता की डिग्री (Degree of Freedom)।
- निपुणता (Dexterity)।
- सेंसर (Sensor)।
- विजन सिस्टम (Vision System)।
- रीयल–टाइम रेस्पोंस (realtime response)।

- निम्नलिखित कारणों से रोबोट महँगें होते हैं–

- उपकरण की प्रारम्भिक लागत।
- स्थापना लागत।
- बाह्य उपकरणों की आवश्यकता।
- प्रशिक्षण की आवश्यकता।
- प्रोग्रामिंग की आवश्यकता।

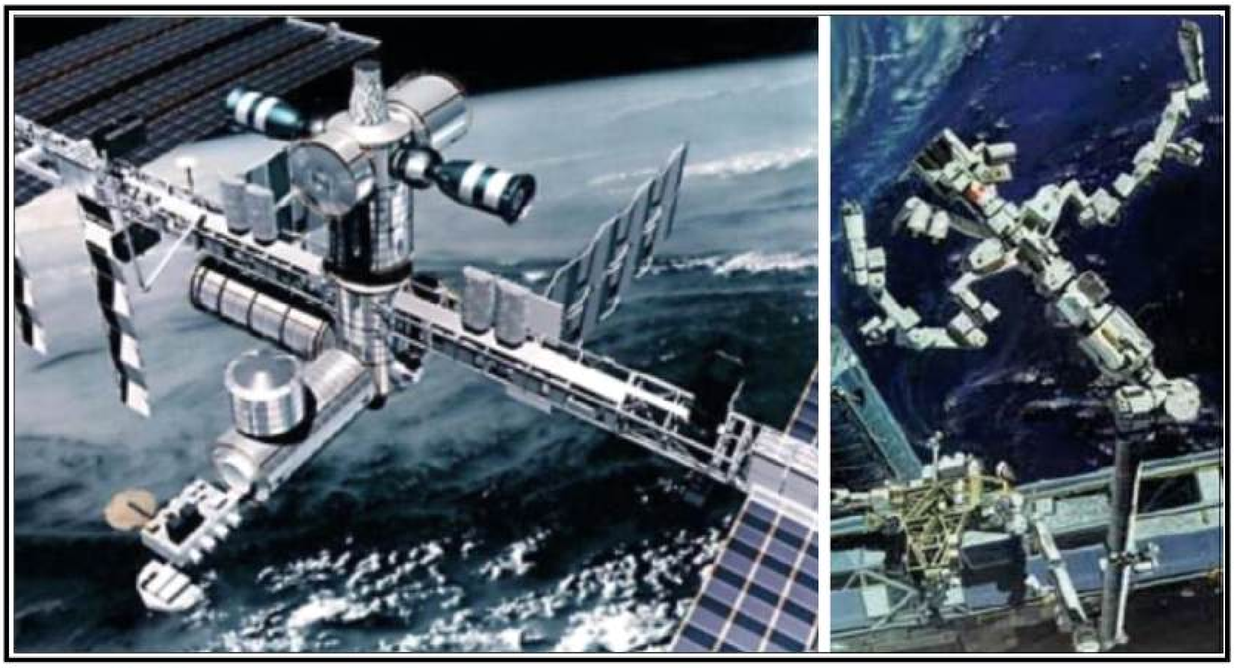
❖ रोबोट्स के उपयोग :

1. उद्योगों में :

- कृषि।
- ऑटोमोबाइल।
- निर्माण।
- मनोरंजन।
- प्रयोगशालाएँ–विज्ञान, इंजीनियरिंग आदि।
- कानून–प्रवर्तन, निगरानी आदि।
- विनिर्माण।
- सैन्य–डी माइनिंग निगरानी, हमला आदि।
- खनन, उत्खनन और अन्वेषण।
- परिवहन–वायु, स्थल, रेल, अंतरिक्ष आदि।
- गोदाम व संग्रहण।
- उपयोगिताएँ –गैस, पानी और विद्युत आदि।
- स्वास्थ्य देखभाल–अस्पताल, रोगी–देखभाल, सर्जरी, शोध आदि।

- अनुप्रयोग–

- सामग्री को संभालने में
- सामग्री स्थानान्तरण
- मशीन लोडिंग और अनलोडिंग में।
- वेल्डिंग में।
- स्प्रे कोटिंग।
- एसेम्बलिंग (assembling) में
- जाँच।



2. अंतरिक्ष में रोबोटिक्स के अनुप्रयोग :

अंतरिक्ष में रोबोट : NASA

- आपने शायद NASA (नासा) के कुछ रोबोटों के बारे में सुना होगा– Preseverance और Curiosity जैसे मार्स रोवर्स (Mars Rovers)।

- लेकिन वे सबसे प्रसिद्ध रोबोटों में से कुछ हैं। नासा के इंजीनियर हर समय नए रोबोट पर काम करते हैं–
- A-PUFFER (Autonmous Pop-Up Flat Folding Explorer Robot):- यह रोबोट तंग स्थानों की जाँच करने के लिए खुद को समतल कर सकता है और नीचे झुक सकता है।
- BRUIE (Buoyant Rover for Under-ICE Exploration) :- यह रोबोट पानी में तैर सकता है और बर्फीले सतह के नीचे अपने पहियों को घुमा सकता है।
- Hedgehog :- हेजहोग को छोटे पिंडों, जैसे क्षुद्रग्रह या धूमकेतु का पता लगाने के लिए डिजाइन किया गया है। इनमें बहुत कम गुरूत्त्वाकर्षण होता है और इनकी सतह उबड़–खाबड़ होती है। यह अपने किसी भी तरह से काम कर सकता है। यह एक टोरनेडो जैसी पैंतरेबाजी का उपयोग करके खुद को एक गहरे गड्ढे से बाहर निकाल सकता है।

- Valkyrie (या R5)–कुछ ऐसे काम हैं जिनके लिए इंसान की तरह चलने वाला रोबोट सबसे अच्छा हो सकता है। उदाहरण के लिए हम मंगल ग्रह पर भविष्य में मानव बस्ती तैयार करने में मदद के लिए एक ह्यूमनॉइड रोबोट पसंद कर सकते हैं। ऐसे कार्यों को ध्यान में रखते हुए नासा (NASA) ने R5 या Valkyrie नाम का एक रोबोट विकसित किया है।

व्योममित्र रोबोट

अंतरिक्ष में रोबोट : भारत

- व्योममित्र (Vyommitra)–व्योममित्र संस्कृत के दो शब्दों–व्योम (Space) और मित्र (friend) का संयोजन है। एक ह्यूमनॉइड मूल रूप से एक इंसान की तरह दिखने वाला रोबोट है। इसरो (ISRO) के व्योममित्र को अर्द्ध–ह्यूमनॉइड (half humanoid) भी कहा जा रहा है क्योंकि उसके पास केवल एक सिर, दो हाथ और एक धड़ होगा और निचले अंग नहीं होंगे। वह इसरो द्वारा विकसित एक अर्द्ध–ह्यूमनॉइड के लिए प्रोटोटाइप है जो अंततः मानवरहित मिशन पर अंतरिक्ष के लिए उड़ान भरेगा जिसका लक्ष्य इसरो के मानवयुक्त मिशन गगनयान के लिए आधार तैयार करता है।

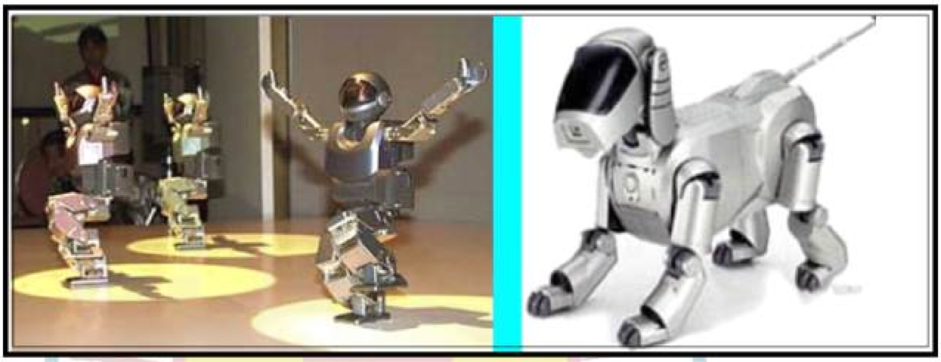
अंतरिक्ष में रोबोट : अन्य

- Kirobo :– जापान द्वारा 10 अगस्त, 2013 को अंतर्राष्ट्रीय स्पेस स्टेशन पर भेजा गया विश्व का पहला बोलने वाला रोबोट है।

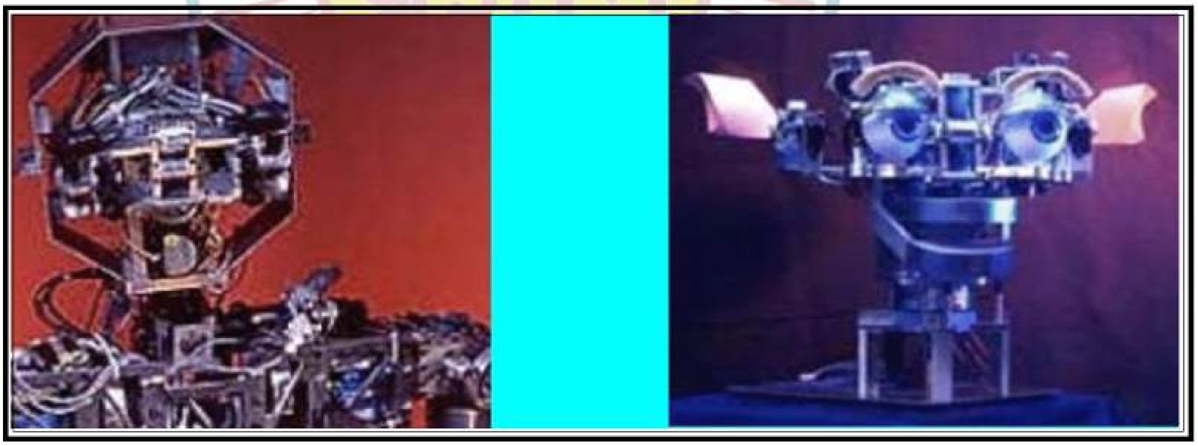
3. खतरनाक वातावरण में रोबोट की आसान कार्यशैली संबंधित अनुप्रयोग :

4. स्वास्थ्य के क्षेत्र में रोबोट के अनुप्रयोग :

5. सेना में रोबोट के अनुप्रयोग :



6. घरेलु उपयोग में रोबोट :



भारत में रोबोट की ऐतिहासिक यात्रा

- लक्ष्मी रोबोट भारत का पहला बैंकिंग रोबोट है, जो 2016 में सिटी यूनियन बैंक द्वारा चेन्नई में पेश किया गया था। यह रोबोट ग्राहकों के बैंकिंग से संबंधित 125 से अधिक प्रश्नों के उत्तर दे सकता है।
- कुम्भकोणम (Kumbakonam) चेन्नई स्थित सिटी यूनियन बैंक (city union) द्वारा लांच।
- IRA (Intelligent Robotics Assistant)–वर्ष 2017 में HDFC Bank Ltd. ने मुम्बई में कमला मिल्स शाखा में बैंक ग्राहक सेवा के लिए अपने इंटरेक्टिव ह्यूमनॉइड IRA को लॉन्च किया।
- ARTPARK (AI & Robotics Technologies Park) :- बैंगलुरू में स्थापित ARTPARK स्वास्थ्य, शिक्षा, परिवहन, बुनियादी ढाँचे, कृषि, खुदरा कारोबार और साइबर–सुरक्षा में भारत की अनोखी चुनौतियों को ध्यान में रखकर महत्वाकांक्षी मिशन मोड रिसर्च एण्ड डवलपमेंट परियोजनाओं को लागू करके सामाजिक प्रभाव को बढ़ाने वाली AI और रोबोटिक्स प्रौद्योगिकी में नए प्रयोगों को प्रोत्साहित करेगा। ARTPARK, भारतीय विज्ञान संस्थान (IISC), बैंगलुरू द्वारा एक सार्वजनिक–निजी मॉडल में AI Foundry के समर्थन से स्थापित एक अद्वितीय गैर–लाभकारी फाउंडेशन है।

******