



SEP

Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo



seit



Materia

Inteligencia Artificial

Catedrático

Ing .Bruno López Takeyas

Tema de Exposición

Robótica

Integrantes del Equipo

Cinthy Edith Covarrubias De la Cruz

Cristina Lizeth Hernández Cervantes

Arturo Martínez Alfaro

Guadalupe Martínez Velásquez

José Enrique Morales

Nuevo Laredo ,Tamps a septiembre del 2003

La historia de la robótica

En la Alta Edad Media fueron los artesanos, sobre todo los del gremio de relojería, los que construyeron autómatas de figuras humanas o de animales que tenían toda la semblanza de moverse como si estuvieran vivos y capaces de generar sonidos.

En el siglo XVIII, el francés Jacques de Vaucanson construyó una serie de celebres autómatas como músicos de tamaño humano o el pato expuesto en París en 1738. Esencialmente se trataba de robots mecánicos diseñados para un propósito específico: la diversión, principalmente de la corte o, eventualmente, motivo de atracción de las ferias

En 1805, Henri Maillardert construyó una muñeca mecánica que era capaz de hacer dibujos. Una serie de levas se utilizaban como ‘ el programa ’ para el dispositivo en el proceso de escribir y dibujar. Éstas creaciones mecánicas de forma humana deben considerarse como inversiones aisladas que reflejan el genio de hombres que se anticiparon a su época.

Algunos de los primeros robots empleaban mecanismos de realimentación para corregir errores, mecanismos que siguen empleándose actualmente. Un ejemplo de control por realimentación es un bebedero que emplea un flotador para determinar el nivel del agua.

El primer auténtico controlador realimentado fue el regulador de Watt, inventado en 1788 por el ingeniero británico James Watt. Este dispositivo constaba de dos bolas metálicas unidas al eje motor de una máquina de vapor y conectadas con una válvula que regulaba el flujo de vapor.

El desarrollo del brazo artificial multiarticulado, o manipulador, llevó al moderno robot. El inventor estadounidense George Devol desarrolló en 1954 un brazo primitivo que se podía programar para realizar tareas específicas. En 1975, el ingeniero mecánico estadounidense Victor Scheinman, cuando estudiaba la carrera en la Universidad de Stanford, en California, desarrolló un manipulador polivalente realmente flexible conocido como Brazo Manipulador Universal Programable (PUMA, siglas en inglés).

El PUMA era capaz de mover un objeto y colocarlo en cualquier orientación en un lugar deseado que estuviera a su alcance. El concepto básico multiarticulado del PUMA es la base de la mayoría de los robots actuales.

Reseña Histórica de la robótica

FECHA	DESARROLLO
SigloXVII I	A mediados del siglo J. de Vaucanson construyó varias muñecas mecánicas de tamaño humano que ejecutaban piezas de música
1805	H. Maillardet construyó una muñeca mecánica capaz de hacer dibujos.
1946	El inventor americano G.C Devol desarrolló un dispositivo controlador que podía registrar señales eléctricas por medio magnéticos y reproducirlas para accionar un máquina mecánica. La patente estadounidense se emitió en 1952.
1952	Una máquina prototipo de control numérico fue objetivo de demostración en el Instituto Tecnológico de Massachusetts después de varios años de desarrollo. Un lenguaje de programación de piezas denominado APT (Automatically Programmed Tooling) se desarrolló posteriormente y se publicó en 1961.
1954	G.C. Devol desarrolla diseños para Transferencia de artículos programada. Patente emitida en Estados Unidos para el diseño en 1961.
1959	Se introdujo el primer robot comercial por Planet Corporation. estaba controlado por interruptores de fin de carrera.
1960	Se introdujo el primer robot ‘Unimate’’, basada en la transferencia de articulaciones programada de Devol. Utilizan los principios de control numérico para el control de manipulador y era un robot de transmisión hidráulica.
1961	Un robot Unimate se instaló en la Ford Motors Company para atender una máquina de fundición de troquel.
1968	Un robot móvil llamado ‘Shakey’’ se desarrollo en SRI (standford Research Institute), estaba provisto de una diversidad de sensores así como una cámara de visión y sensores táctiles y podía desplazarse por el suelo.
1973	Se desarrolló en SRI el primer lenguaje de programación de robots del tipo de computadora para la investigación con la denominación WAVE. Fue seguido por el lenguaje AL en 1974. Los dos lenguajes se desarrollaron posteriormente en el lenguaje VAL comercial para Unimation por Víctor Scheinman y Bruce Simano.
1978	El robot T3 de Cincinnati Milacron se adaptó y programó para realizar operaciones de taladro y circulación de materiales en componentes de aviones, bajo el patrocinio de Air Force ICAM (Integrated Computer- Aided Manufacturing).
1978	Se introdujo el robot PUMA (Programmable Universal Machine for Assambly) para tareas de montaje por Unimation, basándose en diseños obtenidos en un estudio de la General Motors.
1980	Un sistema robótico de captación de recipientes fue objeto de demostración en la Universidad de Rhode Island. Con el empleo de visión de máquina el sistema era capaz de captar piezas en orientaciones aleatorias y posiciones fuera de un recipiente.
1982	IBM introdujo el robot RS-1 para montaje, basado en varios años de desarrollo interno. Se trata de un robot de estructura de caja que utiliza un brazo constituido por tres dispositivos de deslizamiento ortogonales. El lenguaje del robot AML, desarrollado por IBM, se introdujo también para programar el robot SR-1.
1984	Robots 8. La operación típica de estos sistemas permitía que se desarrollaran programas de robots utilizando gráficos interactivos en una computadora personal y luego se cargaban en el robot.

Conceptos y lenguajes de programación

Robótica está muy ligada hacia la electrónica ya que se maneja mucho hardware, a la mecánica por los materiales y a los sistemas ya que también maneja software, ya que por medio de estos el hombre los usa para gobernar su funcionamiento.

Estos pueden estar o no conectados físicamente a una computadora. Cuando están conectados a una máquina, por medio de cables hacia algún puerto de comunicación de la máquina hay que tener un programa en ejecución que mande instrucciones a realizar por el robot. Cuando no están conectados a la computadora, los circuitos usados han sido previamente programados con equipo de cómputo y software especial para que realicen alguna tarea específica.

ROBOT

Orientado hacia la electrónica.- Es un dispositivo compuesto de sensores que recibe datos de entrada para realizar alguna tarea.

Orientado hacia Sistemas.- Es un dispositivo mecánico programable que responde e interactúa, en tiempo real con los cambios que se presentan en el medio ambiente donde se desempeña.

La robótica es un área de investigación multidisciplinaria.

Es multidisciplinaria ya que se requiere conocer de estructuras, materiales, cinemática, dinámica, actuadores, sensores y programación.

¿Qué podemos considerar como robot?

Un robot debe ser una máquina reprogramable sin la necesidad de hacer cambios en su estructura para que acepte a nuevas situaciones.

Clasificación general de acuerdo a:

- ? Nivel de inteligencia.
- ? Nivel de generación.
- ? Nivel de control.
- ? Nivel de Lenguaje de Programación.

Clasificación Industrial:

- ? Repetición o Aprendizaje.
- ? Con control por computadora.
- ? Inteligentes.
- ? Macro-robots.
- ? De servicio.

Lenguajes Usados:

- ? MS-DOS
- ? C/C++
- ? Basic
- ? Macro Ensamblador
- ? Visuales (Basic, C)

Características de un lenguaje para robótica

- ? Claridad y sencillez
- ? Claridad de la estructura del programa
- ? Sencillez de aplicación
- ? Facilidad de ampliación
- ? Facilidad de corrección y mantenimiento
- ? Eficacia

Características Ideales

Además de las ya descritas debería incluir las siguientes:

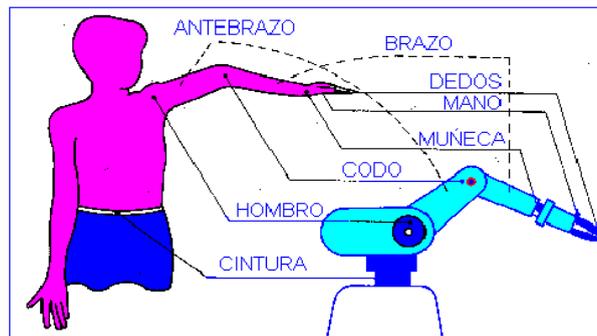
- ? Transportabilidad sobre cualquier equipo mecánico o informático.
- ? Adaptabilidad a sensores (tacto, visión, etc.)
- ? Probabilidad de descripción de todo tipo de herramientas.
- ? Interacción con otros sistemas.

Características

Robótica

El robot se puede definir como " un agente artificial, activo, cuyo entorno es el mundo físico."

COMPONENTES DE UN ROBOT



Manipulador

Mecanismo compuesto generalmente de elementos en serie, articulados o deslizantes entre sí, cuyo objetivo es el agarre y el desplazamiento de objetos siguiendo diversos grados de libertad. Es multifuncional y puede ser mandado directamente por un operador humano o por cualquier sistema lógico.

- ✚ **Grados de Libertad :** Es el número de parámetros que es preciso conocer para determinar la posición del robot, es decir, los movimientos básicos independientes que posicionan a los elementos del robot en el espacio. En los robots industriales se consideran 6° de libertad: tres de ellos para definir la posición en el espacio y los otros tres para orientar la herramienta.
- ✚ **Precisión:** En la continua repetición del posicionamiento de la mano de sujeción de un robot industrial se establece un mínimo de precisión aceptable de 0,3mm, aunque es factible alcanzar precisiones de 0,05mm.
- ✚ **Capacidad de carga:** Es el peso en Kilogramos (generalmente) que el robot puede manipular. Si son pesos muy elevados se utilizarán mecanismos hidráulicos.
- ✚ **Sistemas de coordenadas :** Para los movimientos del robot: son los movimientos y posiciones que se pueden especificar en coordenadas cartesianas, cilíndricas y polares.
- ✚ **Cartesianas: x,y,z.** **Cilíndricas: isométrico, caballera...**

- 🚦 **Programación:** Puede ser manual, de aprendizaje (directa o mediante maqueta), punto a punto y continua.

Aprendizaje

Aprendizaje directo: Se introduce la programación directamente.

Maqueta: Aprende de los movimientos realizados por un operario. (comportamiento tipo “macro”)



Continua: Se pueden incluir funciones, por ejemplo la función de la elipse para un recorrido que sea elíptico.



Punto a Punto: Se colocan en una tabla todas las coordenadas punto a punto por las que va a pasar el robot.



Manual: Se maneja el robot directamente, eligiendo las funciones. Se pueden pasar parámetros. No se puede reprogramar.

Tipos de Robot

EL ROBOT INDUSTRIAL

El robot industrial nace de la unión de una estructura mecánica articulada y de un sistema electrónico de control en el que se integra una computadora. El término robot industrial generalmente nos trae a la mente la imagen de fábricas automatizadas, donde obreros de acero (en vez de carne y hueso) realizan incansablemente tareas que para los humanos resultan demasiado difíciles

También llamados manipuladores, realizan tareas repetitivas y se emplean en gran escala en la industria automotriz, en la electrónica y en otras, donde se utilizan para armar o ensamblar automáticamente los respectivos productos, taladran, ponen componentes, los ajustan, pintan, transportan piezas, etc.



- El robot Mitsubishi es de tipo brazo articulado y tiene 5 articulaciones. El principal uso de este robot es para ensamble y carga/descarga de piezas a la estación de medición.

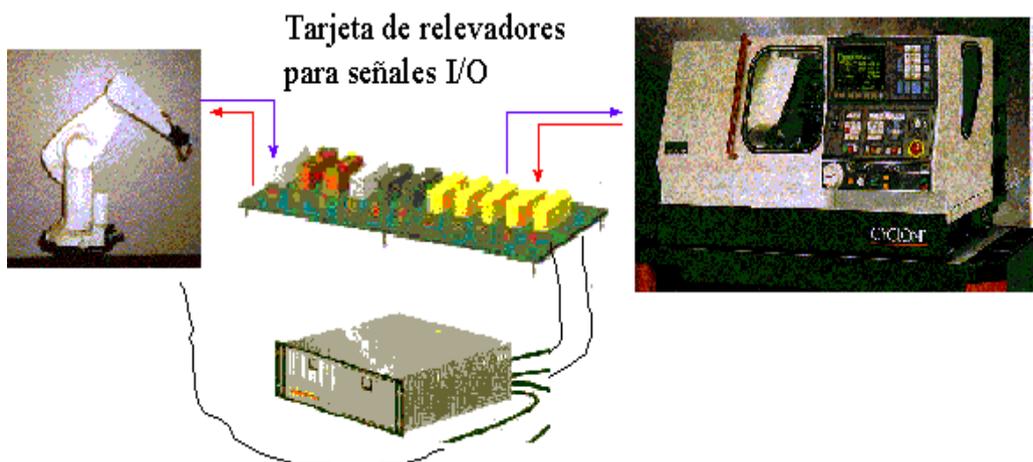
Los *robots inteligentes* son similares a los controlados por computadora, pero a diferencia de éstos, tienen la capacidad de relacionarse con el mundo real (el mundo que les rodea) a través de sensores apropiados y tomar decisiones adecuadas a las circunstancias en tiempo real. Se dice que son *autoprogramables*.

Los mecanismos de entrada y salida, más comunes son:

- Teclado
- Monitor
- Caja de comandos llamada “Teach Pendant”

Señales de entrada y salida

Las señales de entrada y salida se obtienen mediante tarjetas electrónicas instaladas en el controlador del robot las cuales le permiten tener comunicación con otras máquinas-herramientas.



Aplicaciones de la Robótica

En estos tiempos existe una diversidad de aplicaciones enfocada a la robótica. Algunas de estas aplicaciones son:

-  Entretenimiento.
-  Ayuda a Discapacitados.
-  Domésticos.
-  Entornos Peligrosos.
-  Espacio.
-  Medicina y Salud.
-  Industrial.

Entretenimiento

La robótica en los medios de entretenimiento, son una muestra de que esta rama de la inteligencia artificial ha invadido gran cantidad de nuestras actividades cotidianas. Como ejemplo de esta aplicación se encuentran los parques temáticos, como Disneylandia, ya que tienen desde pájaros cantores, elefantes, cocodrilos, hasta simuladores de vuelo, androides, submarinos, etc.

Además, en la cinematografía se encuentran la gran mayoría de los robots humanó ideas mas famosos como lo son: Terminator, R2D2 y C3PO, y Corto Circuito, entre otros.

Otra forma de entretenimiento, son las mascotas robots, como el AIBO de Sony. Este robot tiene la forma de un perro del tamaño de un chihuahueño, posee sensores en sus patas y cabeza, y su cola es una antena, tiene instalados también una cámara y sensores infrarrojos en la cabeza, que le permiten detectar objetos para que no se tropiece.

Ayuda a Discapacitados

Robots que se desplazan de manera autónoma y que tienen capacidad para tomar ciertas decisiones y reaccionar ante situaciones imprevistas. Se desarrollo una silla de ruedas robotizada que puede desplazarse al recibir indicaciones por medio de la voz.

Otro de los robots para este tipo de aplicaciones es el humano idea ASIMO de Honda. Este robot se realizo con el propósito de ayudar a personas que están en una silla de ruedas o paralizadas en una cama. Puede realizar la gran mayoría de los movimientos de un humano y tiene una estatura determinada para que las personas que estén en esas condiciones lo puedan “ver directo a los ojos”.

Entornos Peligrosos

-  Robot Nuclear.

El sector nuclear es uno de los mas susceptibles de utilizar robots de diseño especifico. Entre las diversas aplicaciones se han escogido las relativas a las

operaciones de mantenimiento en las zonas contaminadas y de manipulación de residuos.

En la primera, las operaciones de inspección y mantenimiento de las zonas contaminadas son por su naturaleza largas y costosas, y de realizarlas manualmente, el tiempo de exposición de los operadores a la radiación es un factor crítico. Por lo tanto, justifica sin lugar a dudas la utilización de sistemas robotizados, teleoperador, total o parcialmente, para que sustituyan al operador.

En la segunda, la industria nuclear genera una cantidad considerable de residuos radioactivos de baja o alta contaminación. La forma, tamaño y peso de estos desechos es variable y su manipulación tiene por objeto final su envase de contenedores especiales, que son transportados y almacenados.

Robot Antibombas

Cada vez es más habitual que los cuerpos de policía de todo el mundo adquieran este tipo de robots. Su misión es realizar operaciones que de otro modo pondrían en peligro a un oficial especialista. Están equipados con cámaras, pinzas y otros sensores y herramientas particularmente útiles para responder a una amenaza de bomba. El robot puede penetrar en el área, verificar la situación y manipular los explosivos sin peligro para el operador humano.

Robot de Rescate

Por ejemplo, los atentados perpetrados el pasado 11 de septiembre en Estados Unidos han puesto a prueba a los robots de última generación. Entre los escombros de las torres gemelas, varios prototipos han ocupado el lugar de los bomberos por temor a que se produjeran nuevos derrumbamientos y debido a la peligrosidad de este tipo de tareas. Los robots de búsqueda y rescate se han sumado a una ardua carrera contra el tiempo para encontrar, desgraciadamente, los cadáveres de las víctimas.

Domésticos

La aplicación más antigua es en el hogar. Los electrodomésticos, como hoy los conocemos, forman parte del mundo de la robótica, y aunque parezca increíble, éstos son robots domésticos. No se requiere de una gran programación previa, ni de mecanismos súper complejos para poder caracterizar a un robot doméstico, puesto que este es su fin: facilitar las labores domésticos, y por consiguiente ocupar el menor espacio posible para poder realizar las tareas.

Los Robots aspiradoras son aparatos que se desplazan libremente de una habitación a otra, se recarga y vacía el contenedor de polvo cuando es necesario. Estos nuevos artefactos, que llegan para facilitarnos las tareas caseras, funcionan con un programa que analiza y registra cada una de las dimensiones de su casa para luego actuar libremente.

Espacio

En la exploración espacial, se justifica el uso de robots, debido a que el medio ambiente es hostil para el ser humano, y este necesita un equipo de protección muy costoso tanto en la tierra como en el espacio. Los primeros robots utilizados en este tipo de aplicación para los transbordadores espaciales son los llamados *teleoperadores*.

En noviembre de 1970 los rusos consiguieron el alunizaje del Lunokhod 1, el cual poseía cámaras de televisión, sensores y un pequeño laboratorio, que era controlado remotamente desde la tierra.

Otra clase de robots son los *aerobots*, utilizados para moverse sobre la superficie de un planeta a una altitud de unos kilómetros, estos pueden obtener información cien veces mas que la obtenida por una nave espacial orbital. Los aerobots mas simples son los globos sin tripulación. Un aerobot planetario debe hacer algunas o todas las funciones siguientes autónomamente:

-  Determinar su posición, velocidad y altitud.
-  Adquisición de los datos científicos.
-  Activamente controlar su altitud.
-  Aterrice a los sitios de la superficie designados.

En Marte, el *vagabundo* de Pathfinder mostró que estos vehículos de ruedas autónomos pueden ir por la superficie de un planeta como Marte.

Medicina y Salud

Los robots están encontrando un gran número de aplicaciones en los laboratorios. Llevan a cabo tareas como la colocación de tubos de pruebas dentro de los instrumentos de medición. En esta etapa de su desarrollo los robots son utilizados para realizar procedimientos manuales automatizados. Un típico sistema de preparación de muestras consiste de un robot y una estación de laboratorio, la cual contiene balanzas, dispensarios, centrifugados, racks de tubos de pruebas, etc.

Para realizar una operación a corazón latiendo se ha puesto, por ejemplo, sincronizar el instrumental robotico con el electrocardiograma del paciente, de modo que los brazos se muevan al ritmo del latir del corazón.

La tele cirugía, consiste en la operación remota de un paciente mediante un tele manipulador.

Industrial

-  Aplicación de transferencia de material

Su objetivo primario es mover una pieza de una posición a otra. Este tipo de aplicaciones necesitan un robot poco sofisticado.

Carga y descarga de maquinas.

Estas aplicaciones son de manejo de material en las que el robot se utiliza para servir a una maquina de producción transfiriendo piezas a/o desde otras maquinas. Existen 3 tipos:

- ✍ Carga / descarga de maquinas. El robot carga una pieza de trabajo en bruto en el proceso y descarga una pieza acabada.
- ✍ Carga de maquinas. El robot debe de cargar la pieza de trabajo en bruto a los materiales en las maquinas, pero la pieza se extrae mediante algún otro medio.
- ✍ Descarga de maquinas. La maquina produce piezas acabadas a partir de materiales en bruto que se cargan directamente en la maquina sin la ayuda de robots. El robot descarga la pieza de la maquina.

Operaciones de procesamiento

- ✍ Soldadura por puntos. Es un proceso en el que dos piezas de metal se soldan en puntos localizados al hacer pasar una gran corriente eléctrica a través de las piezas donde se efectúa la soldadura.
- ✍ Recubrimiento con spray. Se dividen en dos métodos: Métodos de recubrimiento de flujo o inmersión, y métodos de recubrimiento al spray. La inmersión simplemente requiere sumergir la pieza o producto en un tanque de pintura líquida. El otro, como su nombre lo indica, solo se cubre rociando la pieza con la pintura.

Aplicaciones De la Robótica (reales)

OTRAS OPERACIONES DE PROCESO.

Además de la soldadura por punto, la soldadura por arco, y el recubrimiento al spray existe una serie de otras aplicaciones de robots que utilizan alguna forma de herramienta especializada como efector final. Operaciones que están en ésta categoría incluyen:

Taladro, acanalado, y otras aplicaciones de mecanizado.

Rectificado, pulido, desbarbado, cepillado y operaciones similares.

Remachado,

Corte por chorro de agua.

Taladro y corte por láser.

LABORATORIOS

Los robots están encontrando un gran número de aplicaciones en los laboratorios. Llevan acabo con efectividad tareas repetitivas como la colocación de tubos de pruebas dentro de los instrumentos de medición. En ésta etapa de su desarrollo los robots son

utilizados para realizar procedimientos manuales automatizados. Un típico sistema de preparación de muestras consiste de un robot y una estación de laboratorio, la cual contiene balanzas, dispensarios, centrifugados, racks de tubos de pruebas, etc. Las muestras son movidas desde la estación de laboratorios por el robot bajo el control de procedimientos de un programa.

Los fabricantes de estos sistemas mencionan tener tres ventajas sobre la operación manual: incrementan la productividad, mejoran el control de calidad y reducen la exposición del ser humano a sustancias químicas nocivas.

Las aplicaciones subsecuentes incluyen la medición del pH, viscosidad, y el porcentaje de sólidos en polímeros, preparación de plasma humano para muestras para ser examinadas, calor, flujo, peso y disolución de muestras para presentaciones espectromáticas.

MANIPULADORES CINEMATICOS

La tecnología robótica encontró su primer aplicación en la industria nuclear con el desarrollo de teleoperadores para manejar material radiactivo. Los robots más recientes han sido utilizados para soldar a control remoto y la inspección de tuberías en áreas de alta radiación. El accidente en la planta nuclear de Three Mile Island en Pennsylvania en 1979 estimuló el desarrollo y aplicación de los robots en la industria nuclear.

El reactor numero 2 (TMI-2) predio su enfriamiento, y provocó la destrucción de la mayoría del reactor, y dejó grandes áreas del reactor contaminadas, inaccesible para el ser humano. Debido a los altos niveles de radiación las tareas de limpieza solo eran posibles por medios remotos. Varios robots y vehículos controlados remotamente han sido utilizados para tal fin en los lugares donde ha ocurrido una catástrofe de este tipo. Ésta clase de robots son equipados en su mayoría con sofisticados equipos para detectar niveles de radiación, cámaras, e incluso llegan a traer a bordo un mini laboratorio para hacer pruebas.

AGRICULTURA

Para muchos la idea de tener un robot agricultor es ciencia ficción, pero la realidad es muy diferente; o al menos así parece ser para el Instituto de Investigación Australiano, el cual ha invertido una gran cantidad de dinero y tiempo en el desarrollo de este tipo de robots. Entre sus proyectos se encuentra una máquina que esquila a la ovejas. La trayectoria del cortador sobre el cuerpo de las ovejas se planea con un modelo geométrico de la oveja.

Para compensar el tamaño entre la oveja real y el modelo, se tiene un conjunto de sensores que registran la información de la respiración del animal como de su mismo tamaño, ésta es mandada a una computadora que realiza las compensaciones necesarias y modifica la trayectoria del cortador en tiempo real.

Debido a la escasez de trabajadores en los obradores, se desarrolla otro proyecto, que consiste en hacer un sistema automatizado de un obrador, el prototipo requiere un alto nivel de coordinación entre una cámara de vídeo y el efector final que realiza en menos de 30 segundos ocho cortes al cuerpo del cerdo.

Por su parte en Francia se hacen aplicaciones de tipo experimental para incluir a los robots en la siembra, y poda de los viñedos, como en la pizca de la manzana.

VEHÍCULOS SUBMARINOS

Dos eventos durante el verano de 1985 provocaron el incremento por el interés de los vehículos submarinos. En el primero - Un avión de la Air Indian se estrelló en el Océano Atlántico cerca de las costas de Irlanda - un vehículo submarino guiado remotamente, normalmente utilizado para el tendido de cable, fue utilizado para encontrar y recobrar la caja negra del avión. El segundo fue el descubrimiento del Titanic en el fondo de un cañón, donde había permanecido después del choque con un iceberg en 1912, cuatro kilómetros abajo de la superficie. Un vehículo submarino fue utilizado para encontrar, explorar y filmar el hallazgo.

En la actualidad muchos de estos vehículos submarinos se utilizan en la inspección y mantenimiento de tuberías que conducen petróleo, gas o aceite en las plataformas oceánicas; en el tendido e inspección del cableado para comunicaciones, para investigaciones geológicas y geofísicas en el suelo marino.

La tendencia hacia el estudio e investigación de este tipo de robots se incrementará a medida que la industria se interese aún más en la utilización de los robots, sobra mencionar los beneficios que se obtendrían si se consigue una tecnología segura para la exploración del suelo marino y la explotación del mismo.

EDUCACIÓN.

Los robots están apareciendo en los salones de clases de tres distintas formas. Primero, los programas educacionales utilizan la simulación de control de robots como un medio de enseñanza. Un ejemplo palpable es la utilización del lenguaje de programación del robot Karel, el cual es un subconjunto de Pascal; este es utilizado por la introducción a la enseñanza de la programación.

El segundo y de uso más común es el uso del robot tortuga en conjunción con el lenguaje LOGO para enseñar ciencias computacionales. LOGO fue creado con la intención de proporcionar al estudiante un medio natural y divertido en el aprendizaje de las matemáticas.

En tercer lugar está el uso de los robots en los salones de clases. Una serie de manipuladores de bajo costo, robots móviles, y sistemas completos han sido desarrollados para su utilización en los laboratorios educacionales. Debido a su bajo costo muchos de estos sistemas no poseen una fiabilidad en su sistema mecánico, tienen poca exactitud, no existen los sensores y en su mayoría carecen de software.