



الوحدة الرابعة

تقنيات التحكم الرقمي والروبوت

موضوعات الوحدة :

- الروبوت - تعريفه وتاريخ نشأته.
- الروبوتات في العالم الحقيقي.
- تصنيف الروبوتات.
- نظام التحكم.
- المكونات الرئيسة للروبوت.

بعد دراستك لهذه الوحدة سوف تحقق الأهداف التالية :

- « تُميِّز بين الروبوتات كما تصورها أفلام الخيال العلمي وبين الروبوتات المستخدمة في الواقع العملي.
- « تُدرك التعريف العلمي للروبوت.
- « تُصنّف تطبيقات الروبوت المختلفة في واقع الحياة: في المجال الصناعي، وفي استكشاف الأماكن البعيدة، وفي تنفيذ المهام الخطرة، وتطبيقات الروبوت الأمنية والعسكرية، وغيرها.
- « تتعرف على إيجابيات وسلبيات استخدام الروبوتات.
- « تتعرف على تصنيفات الروبوتات.
- « تتعرف على المفاهيم الأساسية لنظم التحكم.
- « تُدرك دور نظم التحكم في بناء الروبوت وعمله.
- « تتعرف على مكونات الروبوت.

الأهمية :

أصبحت الروبوتات من أهم مكونات المصانع الحديثة لأنها تحسن الإنتاج وتقلل التكلفة، وبذلك تزداد القدرة التنافسية للصناعة في زمن تتصارع فيه الدول من أجل السيطرة على الأسواق الاستهلاكية. يُعد علم الروبوتات من مجالات العلوم الغنية بالأبحاث والدراسات العلمية المتقدمة. لذا فإن تقدم الأمة في مجال الروبوتات هو مؤشر على التقدم العلمي والتقني لها. تُعد الوظائف في مجال علوم وتقنية وصناعة الروبوتات من أفضل الوظائف من حيث المردود المادي نظراً لندرة المتخصصين فيها، وزيادة الطلب عليهم.

١-٤ مقدمة



شكل ١-٤: نموذج من الروبوت في أفلام الخيال العلمي

إن الشائع بين الناس أن الروبوت هو الرجل الآلي أو الإنسان الآلي. وعندما يُذكر الروبوت يتبادر إلى الذهن فوراً صورة آلة ميكانيكية على صورة إنسان بشري، وأن تقوم الروبوتات بكافة الأعمال الشاقة أو المملة بدلاً عن الإنسان، وأن يحقق الإنسان حلمه المستقبلي في العيش في راحة تامة دون مشقة أو تعب. ومن ناحية أخرى تبرز صورة أخرى للروبوت وهو أنه آلة ذات قوة خارقة أقوى من الإنسان، وأن هذا الروبوت سيكون في الغالب عدواً خطيراً يسعى لتدمير البشرية واحتلال الأرض ليتمتع بخيراتها.

إن الصور السابقة المتكونة عن الروبوت هي حصيلة تأثير أفلام الخيال العلمي التي كثرت في السنوات الأخيرة كما في الشكل (١-٤). ولكن ما هي حقيقة الروبوت؟ وما هي نظم التحكم؟ وما علاقة نظم التحكم بعمل الروبوت؟

٢-٤ الروبوت. تعريفه وتاريخ نشأته

يظهر تاريخ التطور العلمي والتقني الإنساني أن بدء اختراع الروبوت كان لغرض صناعي وهو مساندة العامل البشري في قطاع الصناعة. ويسجل التاريخ أن أول روبوت صناعي استخدم فعلياً في المصنع كان من إنتاج شركة جنرال موتورز، عام ١٩٦١م. وأطلق على الروبوت اسم: يونيمات (UNIMATE)، واستخدم لأول مرة في مصنع الشركة بولاية نيو جيرسي بالولايات المتحدة الأمريكية. وظهرت عقب ذلك عدة محاولات لوضع تعريف علمي للروبوت. وانطلاقاً من التطبيقات الصناعية التي كانت أول التطبيقات للروبوت فإن أفضل تعريف للروبوت أنه: جهاز ميكانيكي متحكم به إلكترونياً، يقوم بتنفيذ الأعمال بدلاً عن الإنسان.

وتبع أول تطوير للروبوت تطورات كثيرة. ففي عام ١٩٦٩م تمكن الباحثون في جامعة ستانفورد الأمريكية من اختراع أول ذراع روبوتية يتم التحكم فيها

إثارة التفكير

- ١- بعض أفلام الخيال العلمي تحكي أحداثاً تقع في المستقبل، بعد ٥٠ عام أو أكثر. هل يمكن في المستقبل أن تتحكم الروبوتات في حياة البشر؟ ما الذي يجب على بني البشر فعله حتى لا يحدث هذا الأمر؟
- ٢- بعض أفلام الخيال العلمي تحكي أحداثاً عن روبوتات من عوالم كونية أخرى تقوم بغزو الأرض. هل تتوقع أنه توجد حياة متقدمة على كواكب أخرى يمكنها من تصنيع روبوتات محاربة وترسلها لغزو الأرض؟



عن طريق الحاسب (Computer Controlled Robot Arm). وفي تلك الفترة من الزمن كانت الحاسبات كبيرة الحجم، فالحاسب الكبير كان يملأ غرفة واسعة، أما الحاسب الصغير منها فكان في حجم ثلاجة متوسطة السعة. ولكن في منتصف السبعينيات من القرن الميلادي الماضي حدث تطور خطير في تقنية الحاسبات عندما تم اختراع المعالج الدقيق (Microprocessor). وتبع ذلك ثورة الحاسبات الشخصية. ومع تتابع الأجيال المتوالية للمعالجات الدقيقة، حدث تناقص مضطرد في حجم الحاسبات مع زيادة مضطردة في قدراتها وسعات الذاكرة بها. وكما هو متوقع تبع ذلك تطور كبير في جميع الأجهزة الإلكترونية المعتمدة في عملها على الحاسب، ومنها الروبوتات. إذاً من التعريف السابق للروبوت ومن تاريخ نشأته ندرك أن الروبوت في الأصل ليس إنساناً أو رجلاً آلياً كما تصوره أفلام الخيال العلمي. بل وإن في معظم تطبيقات الروبوت في الحياة الحقيقية يأخذ الروبوت أشكالاً مختلفة لا يشبه فيها شكل الإنسان.

٣-٤ الروبوتات في العالم الحقيقي

بعيداً عن الصورة التي تعطيها أفلام الخيال العلمي، توجد للروبوتات تطبيقات كثيرة في مجالات متعددة في العالم الحقيقي.

١-٣-٤ التطبيقات الصناعية أو الروبوت الصناعي

تشكل التطبيقات الصناعية أهم تطبيقات الروبوتات حيث إنها هي الأساس في اختراع وتطوير الروبوتات. وتستأثر مصانع تجميع السيارات بالعدد الأكبر من الروبوتات الصناعية، وتأتي مصانع الأجهزة الإلكترونية في المركز الثاني. ويبين **شكل (٢-٤)** صوراً للأدوار المختلفة التي تؤديها الروبوتات في عملية تجميع السيارات. وتبرز أهمية استخدام الروبوتات في خطوط الإنتاج في التالي:



شكل ٢-٤: الروبوتات تعمل في خطوط تجميع السيارات

١ **ثبات مستوى الجودة:** ويمكن للروبوت أن ينجز الأعمال المتكررة بنفس مستوى الجودة المحددة للعمل. أما بالنسبة للعامل البشري فيتفاوت مستوى الجودة عند أداء نفس المهمة من عملية لأخرى بحسب تغير الظروف البشرية لدى العامل.

٢ **ثبات مستوى الإنتاجية:** ويمكن للروبوت أن ينتج العمل بمستوى ثابت من الانتاجية نظراً لأن الروبوت لا يكل ولا يمل، ولا يحتاج إلى أن يأخذ استراحة، ولا يمتنع عن العمل.

٣ **العمل الآمن في الظروف الخطرة:** ويمكن للروبوت أن يعمل بكفاءة في ظروف قد تكون خطيرة للعامل البشري، مثل: ظروف الحرارة الشديدة، أو وجود أبخرة كيميائية سامة، أو وجود مواد مشعة، وغيرها.

٤ **تخفيض التكلفة:** ويمكن للمصانع التي تحقق درجة عالية من أتمتة العمل أن تخفض كثيراً من أعداد العمالة البشرية، وبالتالي يمكن للمصانع أن تخفض كثيراً من التكلفة التشغيلية المرتبطة بهذه العمالة.

وينبغي الإشارة إلى أن استخدام الروبوتات في المصانع له كذلك بعض السلبيات التي تتلخص في التالي:

١ **ارتفاع التكلفة الأساسية:** ويعزى ارتفاع التكلفة الأساسية للتكلفة الإضافية للروبوتات والتجهيزات المساندة لها. وهنا لا بد من عمل دراسة جدوى اقتصادية دقيقة للتأكد من الزيادة في التكلفة الأساسية للمصنع يمكن تغطيتها من خلال التوفير في التكلفة التشغيلية للمصنع.

٢ **الحاجة إلى خبرات أعلى:** وتكمن الحاجة هنا إلى الخبرات في تشغيل الروبوتات، وبرمجتها، وصيانتها. وعادة تكون رواتب الخبراء في مجال الروبوتات عالية بسبب ندرتهم، ومستوى الخبرة العالي المطلوبة فيهم.

٣ **الحاجة إلى خطة تقنية متكاملة:** ويحتاج المصنع المعتمد على الروبوت في عمله إلى أن يضع خطة تقنية متكاملة للمصنع تحدد بالتفصيل جميع متطلبات إنشاء وتشغيل المصنع. وتتضمن الخطة تحديد مواصفات الروبوتات وأجهزة الحاسب والشبكات والأجهزة المساندة الأخرى، ومواصفات البرمجيات، ومتطلبات الكوادر البشرية مع تحديد تخصصاتها ومؤهلاتها.

لا يقتصر استخدام الروبوتات على مصانع تجميع السيارات، وإنما ينتشر استخدامها في الكثير من مجالات الانتاج الصناعي. ومؤخراً بدأت الروبوتات تدخل غرف العمليات الجراحية في بعض المستشفيات المتقدمة لمساعدة الجراح في تنفيذ العمليات الجراحية الدقيقة.

إثارة التفكير

إذا كان استخدام الروبوتات في المصنع يؤدي إلى الاستغناء عن العمالة البشرية، فهل يمكن أن يتسبب ذلك في حدوث بطالة في المجتمع؟

مع دخول الروبوتات مجال التصنيع فإن العمالة البشرية إذا لم تعمل على تطوير نفسها وتنمية مهاراتها فإنها سوف تعاني من البطالة وسيحدث بطالة في المجتمع بالفعل.

إثارة التفكير

أحمد لديه مصنع صغير لإنتاج الأحذية والمنتجات الجلدية الأخرى. هل تعتقد أنه من المناسب استخدام الروبوتات في هذا المصنع؟ ولماذا؟

من غير المناسب استخدام الروبوتات في هذا المصنع؛ لأنه صغير وتكلفة إدخال الروبوت في هذا المصنع كبيرة جداً ولن تغطيها الأرباح الناتجة عن الإنتاج.



استكشاف الأماكن البعيدة

٢-٣-٤

تؤدي الروبوتات أدواراً مهمة في عمليات استكشاف الأماكن البعيدة التي يصعب على البشر الوصول إليها.

ولعل من أبرز إنجازات البشرية في السنوات الماضية كان نجاح الإنسان في الهبوط على سطح القمر وتنفيذ عدة رحلات استكشافية هناك. ولكن نظراً لصعوبة بقاء الإنسان مدداً زمنية طويلة على سطح القمر فإن معظم العمليات الاستكشافية تتم بواسطة الروبوتات والعربات غير المأهولة.

ومؤخراً نجح الإنسان في إرسال روبوتات وعربات غير مأهولة لاستكشاف سطح المريخ. وتنفذ الروبوتات مهام علمية مهمة في هذه العمليات الاستكشافية، مثل: جمع عينات من التراب أو الصخر، وتنفيذ عمليات التحليل الكيماوي عليها، ومحاولة الكشف عن آثار للحياة على أسطح هذه الأجرام السماوية.

ويعطي **شكل (٣-٤)** صوراً متعددة لتطبيقات الروبوت في استكشاف الأماكن البعيدة. ويشمل ذلك إضافة إلى ما سبق استكشاف أعماق البحار التي يصعب على الإنسان الوصول إليها.



شكل (٣-٤): نماذج لتطبيقات الروبوت في استكشاف ودراسة الأماكن البعيدة.

تنفيذ المهام الخطرة

٣-٣-٤

تقع على فئات من البشر مسؤولية تنفيذ مهام خطيرة جداً من أجل تأمين الحياة الآمنة للآخرين. مثال ذلك عمليات إطفاء الحرائق - خاصة في الحرائق التي قد ينتج عنها تسرب للغازات السامة، والبحث عن القنابل والمتفجرات وتدميرها، والتعامل مع المواد المشعة، وتعقيم الأماكن الملوثة بالأمراض المعدية أو بالمواد الكيماوية السامة، وغيرها. ويمكن للروبوتات تنفيذ هذه المهام الخطرة بدلاً من الإنسان وذلك من خلال تصنيعها بمواصفات خاصة يمكنها من مواجهة الظروف القاسية والمتطلبات الخاصة لهذه المهام. ويبين **شكل (٤-٤)** بعضاً من أشكال الروبوتات المجهزة لإطفاء الحرائق أو للبحث عن المتفجرات وتدميرها.



شكل (٤-٤): تطبيقات الروبوت في

لهم الخطرة.

٤-٣-٤ التطبيقات العسكرية والأمنية

إن من أحد أبرز تطبيقات الروبوتات في السنوات الأخيرة هو ما يعرف بالمركبات الآلية الطائرة، أو الطائرة بدون طيار (UAV - Unmanned Aerial Vehicle)، كما بالشكل (٤-٥)، والمشهورة أيضاً بمصطلح "اليعسوب" (Drone). ويمكن للطائرة بدون طيار أن تلعب أدواراً عسكرية أو أمنية بحسب التجهيزات الموجودة بها، ويشمل ذلك:



شكل (٤-٥): بعض الروبوتات الطائرة

- 🌐 عمليات المراقبة والاستكشاف من خلال تزويدها بالكاميرات، وأجهزة الاستشعار والكشف اللازمة.
- 🌐 عمليات التجسس، وذلك من خلال تزويدها بكاميرات التجسس، وأجهزة التنصت.
- 🌐 العمليات القتالية - في حالة تزويدها بالأسلحة القتالية.

٥-٣-٤ الروبوت وعالم التسلية والترفيه

يعتبر كثير من الناس أن الروبوت وانتشاره في المجتمع هو نذير بما سيكون عليه المستقبل. ولا شك أن أفلام الخيال العلمي قد أسهمت كثيراً في تكوين ونشر هذا الاعتقاد. من هذا المنطلق يتمتع الروبوت بعوامل جاذبية قوية تجعله أداة تسويقية مهمة. لذا نجد أن الروبوت عنصر أساسي في الكثير من منتزهات الألعاب، ونجده يرحب بالمتسوقين في بعض مجمعات التسوق الكبيرة، ويكاد يكون عنصراً ثابتاً في المعارض العلمية - خاصة تلك الموجهة للتعريف بالعلوم والتقنية بين الأطفال والشباب.

وفي عواصم ومدن الدول المتقدمة تقنياً تجد تطبيقات متعددة للروبوتات في مختلف أوجه الحياة. ففي طوكيو يوجد مطعم تقوم فيه الروبوتات بتقديم الطعام إلى الزبائن. وتوجد في بعض مجمعات التسوق روبوتات تعمل كمرشدين للمتسوقين تقودهم إلى الأماكن التي يرغبون في الذهاب إليها داخل المجمع.

نشاط

ابحث في الإنترنت عن تطبيقات عسكرية وأمنية أخرى للروبوتات.

روبوت ريكون سكاوت Recon Scout ذو الحجم الصغير لا يتعدى طوله 7.5 بوصة وعرضه 3 بوصات ووزنه 1.2 رطل يعتبره الجيش مفيد وفخر؛ لأنه يمكن حمله في الجيب ووضعته خفية في أرض العدو وسيقوم هو بنقل كل المعلومات بكفاءة حيث أنه يعمل بهدوء مما يصعب اكتشافه كما أنه مزود بكاميرا غير مضيئة على الإطلاق ويتنقل ببساطة وهدوء ويستطيع الالتقاط في منطقة مكشوفة حوالي 300 قدم أو من خلف حوائط أو أبواب بعمق 100 قدم وهو يعطي صورة واضحة جداً. كما أنه يتحمل الصدمات مثل ان يقذف من إرتفاع 30 قدم فوق أرض أسمنتية.



وفي مجال الرياضة نجد الروبوتات تمتطي أظهر النياق تقودها في سباق للإبل في الإمارات العربية المتحدة. وتتعدّد بين هواة الروبوتات مباريات رياضية في كرة القدم مثلاً يتبارى فيها فريقان من الروبوتات المصغرة ضد بعضها البعض. ويظهر شكل (٤-٦) نماذج لبعض تطبيقات الروبوتات في مجال التسلية والترفيه.

وتعتبر ألعاب الروبوتات من الألعاب المحببة لدى الأطفال خاصة الذكور منهم. وتتفاوت ألعاب الروبوتات في قدراتها من نماذج مبسطة تقوم بحركات ثابتة مبرمجة مسبقاً إلى نماذج ذات قدرات أعلى بحيث يمكن برمجتها لتقوم بحركات أكثر تعقيداً.

وتعتبر شركة ليجو - المتخصصة في إنتاج الألعاب التي يمكن تجميعها وتركيبها من مكونات أساسية - من الشركات المتخصصة في إنتاج ألعاب الروبوتات. وزيارة إلى موقعها على الإنترنت يظهر مجموعة كبيرة من المنتجات (www.lego.com/en-us/products). ويلاحظ أن هناك خطين من المنتجات التي يمكن من خلالها بناء نماذج وأشكالاً متعددة من الروبوتات المصغرة، هما: Mindstorms و TECHNIC. وتوفر ليجو وحدات بناء أساسية كثيرة ومتنوعة يمكن من خلالها بناء روبوتات ذات قدرات تجعلها مشابهة للروبوتات العملية - حيث تتوفر المحركات (موتورات كهربائية)، والتروس، والسيور، ووحدات التحسس والاستشعار، ووحدات توليد الأصوات، وغيرها.

ومن الطريف أن شركة ليجو ترعى عقد مسابقات عالمية بين الروبوتات التي يمكن بناؤها بواسطة منتجاتها. من ذلك مسابقة "اتباع الخط الأبيض" (Follow the White Line). والهدف من المسابقة هو بناء روبوت وبرمجته بحيث يمكنه التحرك ذاتياً على مسار يتوسطه خط أبيض متعرج، كما هو مبين في شكل (٤-٧). والفائز في المسابقة هو من يمكنه من قطع مسافة السباق في أقل وقت ممكن. ومن الواضح هنا أنه لا بد للروبوت المشارك في المسابقة أن يتمتع بقدرة استشعار الخط الأبيض لكي يتتبعه أثناء الحركة، والالتفاف يمناً أو يسرة بحسب اتجاه الخط المتعرج، وأن يتمكن من العودة إلى الوراء في حالة خروجه عن الخط ليكرر المحاولة مرة أخرى.



شكل (٤-٦): نماذج لتطبيقات الروبوت في الترفيه والتسلية



شكل (٤-٧): نماذج لمسابقات الروبوت

وفي نوع آخر من مسابقات الروبوتات تتنافس الروبوتات في الخروج من متاهة في أقصر وقت ممكن، كما هو مبين في شكل (٤-٧). ويسمح للمتسابق أن يجري عدة محاولات للخروج من المتاهة. وإذا كان الروبوت يتمتع بقدرة تذكر عقبات المحاولات السابقة (المسارات التي تقوده إلى طريق مسدود) فإنه يمكنه نظرياً من تقليص الوقت في المحاولات اللاحقة.

٤-٤ تصنيف الروبوتات

يوجد أكثر من تصنيف للروبوتات، فهناك تصنيف أمريكي، وهناك تصنيف أوروبي. ولكن نظراً لأن اليابان هي أكثر الدول إنتاجاً واستخداماً للروبوتات فقد يكون من المناسب تبني التصنيف الياباني للروبوتات الذي وضعته الجمعية اليابانية للروبوتات الصناعية (Japanese Industrial Robot Association). وفي هذا التصنيف تتوزع الروبوتات على ست فئات كما يلي:

- ١ **الفئة ١:** أجهزة يتحكم بها يدوياً (Manual Controlled Devices). ويتمتع الجهاز بمقدرته على الحركة في اتجاهات عديدة (أفقي، عمودي، إلتفاف، دوران)، ولكن يتم تشغيله وتحريكه بواسطة مشغل بشري.
- ٢ **الفئة ٢:** روبوت لتنفيذ عمليات محددة التتابع (Fixed Sequence Robot). يقوم الجهاز هنا بتنفيذ عمليات متتالية وفق تتابع أو خطة عمل تكون جزءاً من تكوين الجهاز. ويصعب ضمن هذه الفئة تغيير ما يقوم به الروبوت إلا من خلال تعديل تصميم وبنية الروبوت.
- ٣ **الفئة ٣:** روبوت لتنفيذ عمليات متغيرة التتابع (Variable Sequence Robot). ويقوم الجهاز بتنفيذ عمليات متتالية وفق تتابع أو خطة عمل مع إمكانية تغيير التتابع أو خطة العمل بعد بذل بعض الجهد دون الحاجة إلى تعديل تصميم وبنية الروبوت.
- ٤ **الفئة ٤:** الروبوت المتعلم (Playback Robot). ويمكن للروبوت هنا أن يكون في حالتين: حالة التعلم والتسجيل، وحالة إعادة التنفيذ. ففي الحالة الأولى يقوم المشغل البشري بتحريك الروبوت لتنفيذ العمل وفق الخطوات المثالية، ويقوم الروبوت بتسجيل وحفظ هذه الخطوات. وعندما يوضع الروبوت في حالة إعادة التشغيل فإنه يقوم بتنفيذ العمل وفق نفس الخطوات التي تعلمها.

نشاط

استخدم الإنترنت وابحث عن تطبيقات أخرى للروبوتات في مجال الزراعة، وفي مجال صناعة الأغذية.

في ولاية كاليفورنيا الأمريكية، حيث يعتبر الخس من المحاصيل الرئيسية هناك، إذ يمثل أكثر من 70 في المائة من جميع الخس المزروع في أمريكا، تقوم حالياً مزرعة «إيرثباوند» (Earthbound)، في ولاية كاليفورنيا، وهي من أكبر المزارع العضوية في أمريكا، باستخدام أنظمة روبوتية، من شركة «Adept Technology»، ومقرها في مدينة بليسانتون بولاية كاليفورنيا، حيث تقوم الروبوتات بدقة ومهارة بتعبئة وتغليف حزم الخس وإرسالها إلى الناقلات، ويمكن لكل روبوت من هذه الروبوتات أن يحل محل خمسة عمال.



الفئة ٥: روبوت يتم التحكم به رقمياً (Numerical Control Robot). وجميع الروبوتات الحديثة ضمن هذه الفئة يتم التحكم بها بواسطة الحاسب (Computer Controlled Robot). ويتضمن برنامج الحاسب جميع الخطوات والعمليات المطلوب من الروبوت تنفيذها وفق التتابع المطلوب. ويمكن إعادة برمجة الروبوت لتنفيذ مهام مختلفة من خلال إعادة برمجة الحاسب في الروبوت. والعقل المدبر في هذه الفئة من الروبوتات هو ما يعرف بالمتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة (Programmable Logic Controllers, or PLCs).

الفئة ٦: الروبوت الذكي (Intelligent Robot). وهذه الفئة هي مستوى متطور من الروبوتات التي يتم التحكم بها بواسطة الحاسب. ويتمتع الروبوت في هذه الفئة بالمقدرة على فهم البيئة المحيطة به، ومن ثم إنجاز العمل المطلوب منه مع التكيف مع الظروف المتغيرة في بيئة العمل.

ويلاحظ في التصنيفات السابقة أنها تركز على كيفية تنفيذ الروبوت لخطوات العمل، وكيفية تعليم الروبوت خطوات العمل، وعلى قابلية برمجة خطوات العمل. ولكن يوجد تصنيفات أخرى للروبوتات تأخذ في الاعتبار معايير أخرى، مثل: حجم الروبوت، ونوع التطبيق، وغيرها.

٥-٤ نظام التحكم

يعرف نظام التحكم (Control System) بأنه جهاز أو مجموعة من الأجهزة يدير ويتحكم في تصرف جهاز أو نظام آخر. ويوجد فئتان رئيستان من نظم التحكم:

١ نظام التحكم ذو دائرة مفتوحة (open loop control system).

٢ نظام التحكم ذو دائرة مغلقة (close loop control system).

ففي نظام التحكم ذي الدائرة المفتوحة تحدث عملية التحكم نتيجة تغير مدخلات النظام فقط. ويعتبر نظام التهوية بالمروحة مثلاً جيداً لنظام التحكم ذي دائرة مفتوحة. ويتم التحكم في المروحة بواسطة أزرار أو عجلة تحكم يتم من خلالها تشغيل أو غلق المروحة، وتحديد السرعة المطلوبة لها. وتظل المروحة تعمل بنفس السرعة بغض النظر عن التغيرات في الغرفة سواء زادت الحرارة أو نقصت.

أما في نظام التحكم ذي الدائرة المغلقة فإن عملية التحكم تأخذ في الاعتبار واقع مخرجات النظام بالإضافة إلى مدخلات النظام وذلك من خلال دائرة تغذية راجعة (feedback). ويعطي شكل (٨-٤) رسماً توضيحياً لنموذج نظام التحكم ذي الدائرة المغلقة. ويلاحظ أن الدائرة في يمين الشكل يدخل إليها إشارتان أحدهما تحمل



شكل (٨-٤): المكونات الرئيسية في نظام التحكم ذي الدائرة المغلقة

علامة (+)، والأخرى تحمل علامة (-). والمقصود هنا أنه يتم المقارنة بين الإشارتين الأولى التي تعكس قيمة مدخلة، والثانية ناتجة من دائرة التغذية الراجعة. وبناء على هذه المقارنة ترسل إشارة إلى النظام المتحكم به لينفذ عملاً محدداً بصورة معينة.

نشاط

يوجد في جميع طائرات الركاب الحديثة نظام للطيار الآلي يقوم بالمحافظة على طيران الطائرة في نفس السرعة والارتفاع والاتجاه. ناقش مع المعلم ومع زملائك آلية عمل الطيار الآلي في الطائرة.

نشاط

تستطيع المصاعد الحديثة أن تتجاوب بفعالية مع الركاب داخل المصعد في تحديد الأدوار التي يرغبون الذهاب إليها، وكذلك مع طلبات استدعاءات الركاب خارج المصعد في مختلف الأدوار. وتوجد في المصعد أجهزة استشعار تستطيع تحديد مستوى حمولة المصعد وهل تجاوزت الحد المسموح له أم لا. ناقش مع المعلم ومع زملائك آليات نظم التحكم في المصاعد الحديثة.

ويعتبر المكيف في الغرفة مثلاً جيداً لنظام تحكم ذي دائرة مغلقة. ففي بدء التشغيل يقوم المرء بتشغيل المكيف وتحديد درجة الحرارة المطلوبة في الغرفة (٢٤ درجة مئوية مثلاً). وتشكل هذه المعلومة مدخلات نظام التحكم في شكل (٨-٤). وتتوفر في جميع المكيفات الحديثة تجهيزات لقياس الحرارة في الغرفة، ويتم بصورة مستمرة تمرير المعلومة عن درجة حرارة الغرفة عبر دائرة التغذية الراجعة إلى دائرة المقارنة. فإذا انخفضت الحرارة في الغرفة عن الدرجة المطلوبة، يقوم نظام التحكم بإغلاق جهاز التبريد في المكيف مع بقاء المروحة في وضع التشغيل. وبالمقابل ستبدأ درجة الحرارة في الغرفة بالازدياد. وعندما ترتفع درجة الحرارة في الغرفة أعلى من الدرجة المطلوبة يعطي نظام التحكم إشارة أخرى يتم من خلالها تشغيل جهاز التبريد في المكيف ليبدأ مرة أخرى بتبريد الغرفة وهكذا.

٦-٤ المكونات الرئيسية للروبوت

يبين شكل (٩-٤) النظم الفرعية التي يتكون منها الروبوت بشكل عام. وفيما يلي شرح مختصر لهذه المكونات.



شكل (٩-٤): النظم الفرعية التي يتكون منها الروبوت

١ **الحاسب أو نظام التحكم:** وهو العقل المدبر في الروبوت الذي يقوم بتنفيذ برامج التشغيل للروبوت، والتحكم في مكونات الروبوت الأخرى. وغالباً تدخل المعالجات الدقيقة في بناء الحاسب، بالإضافة إلى بقية المكونات من ذاكرة، ووحدات إدخال وإخراج، مع توفير التجهيزات المناسبة لبرمجة الحاسب أو تحميل البرامج إليه.

٢ **نظام الاستشعار والحساسات:** والحساس (Sensor) هو أداة تحول المؤثر الفيزيائي (حرارة، ضغط، رطوبة، قوة، ..) إلى إشارة كهربائية يمكن للحاسب قراءتها ومعالجتها. ويختلف نظام الاستشعار والحساسات في الروبوت بحسب غرض الاستشعار والمهام التي يقوم بها.



٣ **نظام السونار لتحديد المسافات:** وتحتاج معظم تطبيقات الروبوت إلى قياس المسافات والأبعاد. وتعتبر تقنية الموجات فوق الصوتية (السونار) من أكثر التقنيات شيوعاً لهذا الغرض.



٤ **نظام الرؤية بالكاميرات:** وفي حالة توفر هذا النظام في الروبوت فلا بد من توفير البرمجيات الخاصة بمعالجة الصور حتي يمكن استخلاص المعلومات المفيدة من الصور التي تنقلها الكاميرات.



٥ **نظام الحركة أو التنقل:** وفي معظم التطبيقات الصناعية يكون جسم الروبوت ثابتاً وتقتصر الحركة على الذراع وعلى قبضة اليد. ولكن في حالة الحاجة إلى أن يتحرك الروبوت وأن ينتقل من مكان لآخر فتكون الحركة إما على عجلات مثل العربات، أو على أطراف متحركة مثل الأرجل والأقدام. وتتميز الحركة بواسطة الأطراف في إمكانية الارتقاء على الدرج أو العقبات، أو النزول منها.



٦ **الذراع:** وتعتبر هذه الوحدة من المكونات الرئيسية الثابتة في أي روبوت. وعادة يصنف الذراع بحسب عدد درجات حرية الحركة للذراع، وأفضلها ما يتمتع بعدد ٦ درجات لحرية الحركة هي ٣ درجات للحركة المستقيمة في الإحداثيات: س، ص، ع. وثلاث درجات للحركة الدائرية حول المحاور: س، ص، ع. ويبين شكل (٤-١٠) بعض النماذج والأشكال المتنوعة لذراع الروبوت.

٧ **قبضة اليد:** وهذه أيضاً من المكونات الرئيسية الثابتة في أي روبوت. ويختلف تصميم قبضة اليد بحسب الغرض من الروبوت. وبشكل عام لا بد من القبضة أن تتمكن من الإمساك بالأشياء التي يفترض للروبوت أن يتعامل بها، وبالقدر المناسب من الشدة، فالإمساك بقطعة ثقيلة مثل باب السيارة أو محركها ليس كمثل الإمساك بكأس زجاجية. ويبين شكل (٤-١٠) بعض النماذج والأشكال المتنوعة لقبضة يد الروبوت.



٨ **نظام توليد الأصوات:** ويحتاج إلى هذا النظام الفرعي في الغالب لتوليد المؤثرات الصوتية.

٩ **نظام توليد الكلام:** ويتم هنا توليد الكلام آلياً باستخدام مكونات الكلام (Speech Synthesis). ويعطي هذا النظام بعض الخصائص البشرية للروبوت عندما يتمكن الروبوت من الحديث مع من حوله بلغة البشر.

شكل (٤-١٠): نماذج وأشكال متنوعة لأذرع الروبوت ولقبضات اليد

مشروع الوحدة

المشروع الأول: دراسة تطبيقات الروبوت في صناعة النفط:

إن المملكة العربية السعودية هي أكبر منتج للنفط. ومن هذا المنطلق يصبح من الضروري أن تأخذ المملكة زمام المبادرة في توظيف الروبوتات في مساندة جميع الأعمال المدرجة تحت صناعة النفط، وتشمل: التنقيب عن النفط، حفر آبار النفط، استخراج النفط، تكرير النفط، شحن وتصدير النفط، وغيرها من الأنشطة. والمطلوب في هذا المشروع إعداد دراسة بحثية وفق الآتي:

١ استخدام الإنترنت في دراسة وتوظيفات الروبوتات في مختلف جوانب صناعة النفط العالمية.

في عام 2010 تسرب النفط من شركة بي بي، ولعبت الروبوتات دوراً حاسماً في إصلاح تسرب النفط. فقد استخدمت روبوتات ما تحت الماء لاستكشاف موقع البئر والتفاعل مع مشكلات المعدات، فقد استخدم المهندسون الروبوتات التي تعمل بالتحكم عن بعد والتي تغوص في أعماق بعيدة وتغطس لمدة أطول مما قد يتحملة الإنسان على الإطلاق. والروبوتات التي تعمل بالتحكم عن بعد هي غواصات يتم التحكم فيها عن بعد وتعمل عن طريق بشر يجلسون في مركز التحكم. والروبوتات عالية التكنولوجيا تلك متصلة بسفن من خلال كابلات وتستخدم في جمع لقطات فيديو ومعلومات من مجسات مصنوعة من الألياف البصرية والأمر الذي يساعد المهندسين على فهم أفضل للمشكلات والتدخل عند الضرورة. وهذه الروبوتات التي تعمل بالتحكم عن بعد ذات أذرع هيدروليكية وأدوات قابلة للتبديل مثل المناشير والقواطع التي تستخدم لمهام التدخل، وحتى بعد تغطية البئر استخدمت الروبوتات لعمل دوريات في موقع البئر والتأكد من أن البترول لا يتسرب.

٢ الدخول إلى موقع شركة أرامكو السعودية لدراسة توظيفات الروبوتات الحالية في صناعة النفط في المملكة العربية السعودية.

٣ تقديم مقترحات محددة لكيفية التوسع في توظيف الروبوتات في صناعة النفط في المملكة.

٤ إعداد قائمة بالشركات المنتجة للروبوتات المستخدمة في صناعة النفط.

٥ كتابة الدراسة باستخدام برنامج معالج النصوص ضمن برمجيات المكتب الشخصي ليبرا أوفيس.

٦ مراجع الدراسة.

مشروع الوحدة

المشروع الثاني: دراسة تطبيقات الروبوت في منتزهات وحدائق الترفيه:

تنتشر منتزهات وحدائق الترفيه في كل مدينة من مدن المملكة، ويفكر «عبد الله» في تنفيذ مشروع تجاري استثماري، وهو استيراد مجموعة من الروبوتات لتنفيذ أعمال مختلفة، وتركيبها في منتزهات وحدائق الترفيه، وتأجير استخدامها لمرتادي هذه المنتزهات والحدايق.

والمطلوب في هذا المشروع إعداد دراسة بحثية لمساعدة عبد الله في تنفيذ مشروع وفق الآتي:

١ استخدام الإنترنت في دراسة توظيفات الروبوتات في المنتزهات والحدايق الترفيهية.

الترفيه والرياضة أحد المجالات الهامة التي أعطت الروبوت الطابع الإنساني وجعلت المصممين يظهره وكأنه رجل أو امرأة على قدمين وله يدين ورأس أو أخذ أحد أشكال الحيوانات المختلفة، فمن خلال هذا الشكل القريب من الإنسان يستطيع الروبوت التواصل مع الأطفال والترفيه عنهم بالألعاب أو وسائل ترفيهية أخرى مختلفة. كما أن الروبوت ساهم في الترفيه عن الكبار وأداء دور المساعد والمزود بالمعلومة في حدود نظام التقنية المتوفرة فعلى سبيل المثال كرة القدم الروبوتية والتي يشارك فيها ما يزيد عن 400 فرقة كروية آلية تمثل 36 دولة منافسة. ولعل مما سوف يسعد السيدات في مجال تطبيقات الترفيه ظهور الروبوت المنزلي والذي يساهم في التنظيف وتنظيم المواعيد وقراءة القصص والأخبار ومتابعة الأطفال وغيرها. ومن أمثلة استخدام الروبوت في المجال الترفيهي: روبوت الخدمات والذي يساهم في توجيه العملاء والحراسة وتقديم الخدمات المعلوماتية الصوتية والمكتوبة والمقرونة. وتعتبر الخدمات الترفيهية ولعب الأطفال أحد تطبيقات الروبوت في المجال الترفيهي والتي تحاكي حركات الحيوانات وقدرتها على التخاطب مع الأطفال بحسب حصيلة الكلمات المتوفرة لديها.

٢ عمل قائمة بالشركات المنتجة للروبوتات لمختلف التطبيقات التي تظهر من الدراسة في (١).

شركات ABB وفانوك وكوكا روبوتر وهيونداي للصناعات الثقيلة وميتسوبيشي إلكتريك، بالإضافة لشركة بوستن ديناميكس وهي الشركة المصنعة للروبوتات الخاصة بالبنّاجون والتي قامت شركة جوجل بشرائها مؤخراً.

٣ تحديد متطلبات تنفيذ المشروع الفنية والبشرية.

٤ عمل دراسة جدوى لكل تطبيق من التطبيقات المقترحة، تشمل: تكلفة الروبوتات، تكلفة الاستيراد والتركيب، تكلفة التشغيل، توقعات الإيرادات لكل نشاط.

٥ يتم عرض تقديمي عن الدراسة باستخدام برنامج العروض ضمن برمجيات المكتب الشخصي ليبرا أوفيس. جمع الدراسة.



خارطة مفاهيم الوحدة

أكمل خارطة المفاهيم أدناه باستخدام العبارات والمصطلحات التي تعلمتها في الوحدة :



دليل الدراسة



مفردات الوحدة	المفاهيم الرئيسية
المقدمة	<ul style="list-style-type: none"> دور أفلام الخيال العلمي في تشكيل الصورة الذهنية للروبوت أن الصورة الذهنية للروبوت هي في الغالب مغلوبة ومبالغ فيها.
الروبوت - تعريفه وتاريخ نشأته	<ul style="list-style-type: none"> أن الهدف من اختراع الروبوت كان لغرض صناعي. التعريف العلمي للروبوت. دور التقدم في تقنية الحاسب في تطور الروبوت.
الروبوتات في العالم الحقيقي	<ul style="list-style-type: none"> تطبيقات الروبوت في الصناعة أو الروبوت الصناعي. إيجابيات استخدام الروبوت الصناعي. سلبيات استخدام الروبوت الصناعي. تطبيقات الروبوت في استكشاف الأماكن البعيدة. استخدام الروبوت لتنفيذ المهام الخطرة. التطبيقات الأمنية والعسكرية للروبوت. الروبوت في عالم التسلية والترفيه. مسابقات الروبوت.
تصنيف الروبوتات	<ul style="list-style-type: none"> التصنيف الياباني للروبوتات. التصنيف الأمريكي للروبوتات. التصنيف الفرنسي للروبوتات.
نظام التحكم	<ul style="list-style-type: none"> تعريف نظام التحكم. هئات نظم التحكم، وأمثلة لكل فئة: <ul style="list-style-type: none"> نظام التحكم ذو دائرة مفتوحة. نظام التحكم ذو دائرة مغلقة.
المكونات الرئيسية للروبوت	<ul style="list-style-type: none"> تدخل دوائر نظم التحكم بشكل واسع في بنية المكونات الرئيسية للروبوت. يدخل المعالج الدقيق (الميكروبرسر) في تركيب نظام التحكم الرئيس في معظم الروبوتات الحديثة. تقوم الحساسات ونظام الاستشعار بتحويل المعلومات الفيزيائية عن البيئة الخارجية إلى إشارات كهربائية يمكن أن يفهمها نظام التحكم في الروبوت وأن يتعامل معها. تقوم الذراع الميكانيكية للروبوت وقبضة اليد المتصلة بها بالعمل المفيد في معظم تطبيقات الروبوتات. توجد أشكال متعددة لقبضة يد الروبوت تتناسب مع الغرض من استخدام الروبوت.



تمارين



س1 اشرح كيف يعمل جهاز التحكم في تغيير القنوات في جهاز الاستقبال التلفزيوني . وهل نظام التحكم بها من فئة الدائرة المفتوحة أم الدائرة المغلقة ؟

نظام التحكم في جهاز التحكم من فئة الدائرة المفتوحة، حيث تحدث عملية التحكم نتيجة مدخلات النظام فقط، ويتم التحكم في التلفاز بواسطة أزرار جهاز التحكم حيث يتم من خلاله تشغيل وغلق الجهاز وتحديد القناة المطلوبة وغيرها من الخيارات والتي تظل ثابتة لا تتغير ما لم يطلب المستخدم تغييرها.

س2 اشرح كيف يعمل النظام الآلي للتحكم في مضخة المياه التي ترفع المياه من الخزان الأرضي إلى الخزان العلوي في المبنى . وهل نظام التحكم فيها من فئة الدائرة المفتوحة أم الدائرة المغلقة ؟

نظام التحكم في مضخة المياه من فئة الدائرة المغلقة، حيث أن عملية ضخ المياه تأخذ في الاعتبار واقع مدخلات النظام وهو في هذه الحالة منسوب المياه الموجود ويتم التحكم في مخرجات النظم وهو هنا منسوب المياه المطلوب ضخه وذلك عبر دائرة التغذية الراجعة الموضحة في الشكل.



إن آلية عمل نظام ضخ الماء هي أن يقوم المستخدم بضبط قوة الضخ المطلوبة في البداية وتكون هذه المعلومة هي مدخل نظام التحكم ثم يقوم بعدها جهاز الضخ بقياس قوة اندفاع الماء وتعديل قوة الضخ حسب الاندفاع.



٣ هات ثلاثة أمثلة من البيئة حولك لتطبيقات نظم تحكم ذات دائرة مفتوحة، وثلاثة أمثلة لتطبيقات نظم تحكم ذات دائرة مغلقة.

من أمثلة نظم التحكم ذات الدائرة المفتوحة: نظام التحكم في المروحة، ونظام التحكم في جهاز تحكم التلفاز، ونظام التحكم في لمبات الإضاءة.

ومن أمثلة أنظمة التحكم ذات الدائرة المغلقة: نظام التحكم في أجهزة المكيف، ونظام التحكم في الثلاجات، ونظام التحكم في سخانات المياه.

٤ هل يندرج نظام الطيار الآلي في طائرات الركاب الحديثة تحت تعريف الروبوتات؟ ولماذا؟

نعم. يعتبر نظام الطيار الآلي في طائرات الركاب الحديثة من الروبوتات، وهو يعمل بنظام تحكم الدائرة المغلقة؛ حيث يقوم الطيار بتحديد السرعة والارتفاع والاتجاه المطلوب ويحافظ الطيار الآلي عليها ثابتة.

٥ يوجد في بعض السيارات الحديثة نظام متطور لإيقاف السيارة آلياً في موقف السيارة دون تدخل من السائق. هل يندرج هذه النظام تحت تعريف الروبوتات؟ ولماذا؟

نعم. يندرج تحت تعريف الروبوتات والتي تعمل بنظام الدائرة المغلقة حيث يقوم السائق بتحديد المكان المطلوب إيقاف السيارة به وبناء على المعطيات التي يجمعها الروبوت من المكان المحيط والتي يحصل عليها من السائق يقوم بإيقاف السيارة في المكان المناسب.

٦ اذكر نماذج أخرى لتطبيقات الروبوتات الصناعية، وكذلك لتطبيقات الروبوتات في مجال التسلية والترفيه.

من تطبيقات الروبوتات في المجال الصناعي: الروبوتات الموجودة في مصانع تجميع السيارات، ومصانع الأجهزة الإلكترونية.

ومن تطبيقات الروبوتات في مجال التسلية والترفيه: الروبوتات المصممة لألعاب الأطفال، والروبوتات المصممة لامتناء النياق وقيادتها في سباق الإبل في الإمارات العربية المتحدة.



يبين الشكل التالي صورة للذراع الميكانيكية التي يحملها المكوك الفضائي، وتستخدم لتحميل وتفريغ المعدات من مخزن المكوك. هل تندرج هذه الذراع تحت تعريف الروبوت؟ وما هي فئة هذا الروبوت؟



نعم. تعتبر هذه الذراع ضمن تعريف الروبوتات، وهو يندرج ضمن الروبوتات التي يتم التحكم بها رقمياً.

٨ رأينا في شكل (٣-٧) صورة للروبوت الذي يخرج من المتاهة . وهذا الروبوت يتعلم من تجاربه السابقة بحيث يمكنه من الخروج من المتاهة في وقت أقصر في المحاولات التالية . ما هي فئة هذا الروبوت ؟

الروبوت المتعلم.

٩ في الروبوت المصمم للخروج من المتاهات في شكل (٣-٧) ، ما هي أنواع الحساسات التي يستخدمها هذا الروبوت ؟ ما هي الوحدات المهمة الأخرى في بنية هذا الروبوت ؟

حساسات لمعرفة الاتجاهات. والوحدات المهمة الأخرى في بنية هذا الروبوت هي:
المحركات (موتورات كهربائية)، والتروس، والسيور، ووحدات التحسس والاستشعار،
وحدات توليد الأصوات، وغيرها.

١٠ في شكل (٤-٦) ، رأينا تطبيقا للروبوت يعمل فيه كمتسابق يمتطي الناقة في سباق الإبل . ما هي أنواع الحساسات في هذا الروبوت ؟ ما هي الوحدات المهمة الأخرى في بنية هذا الروبوت ؟

حساسات لقياس السرعة والمسافة، والوحدات المهمة الأخرى في بنية هذا الروبوت هي:
المحركات (موتورات كهربائية)، والتروس، والسيور، ووحدات التحسس والاستشعار،
وحدات توليد الأصوات، وغيرها.



اختبار



١ اختر رمز الجملة الصحيحة فيما يلي:

- (أ) أفلام الخيال العلمي مصدر جيد للمعلومات العلمية، وللقيم والأخلاق.
- (ب) تعطي أفلام الخيال العلمي صورة صحيحة ودقيقة عما ستكون عليه الروبوتات في المستقبل.
- (ج) الروبوت هو مخلوق من الفضاء الخارجي أرسل لغزو الأرض.
- (د) تتضمن أفلام الخيال العلمي في الغالب مبالغات علمية، وقيماً أخلاقية مشكوكة ينبغي التنبيه لها.

٢ اختر رمز الجملة الصحيحة فيما يلي:

- (أ) الروبوت كائن حي له روح مثل الإنسان.
- (ب) يمكن للروبوتات في مصنع السيارات أن تعيد برمجة نفسها بنفسها وتصنع سيارات أفضل.
- (ج) الروبوت جهاز ميكانيكي يتحكم فيه إلكترونياً يقوم بعمل يمكن أن يعمل الإنسان.
- (د) الروبوت جهاز يمكن برمجته بحيث يعبر عن المشاعر الإنسانية مثل: الحب، والكراهية، والغضب.

٣ جهاز أو نظام واحد فيما يلي يحتوي على نظام تحكم ذي دائرة مغلقة هو:

- (أ) ساعة التوقيت في فرن الطبخ بالميكروويف.
- (ب) نظام إضاءة لمبات الشوارع بعد غروب الشمس، وإطفائها بعد طلوع الشمس.
- (ج) جهاز فتح أبواب السيارة وتشغيلها عن بعد.
- (د) مجفف الشعر.

٤ جميع الجمل الواردة أدناه صحيحة ما عدا جملة واحدة هي:

- (أ) اختراع المايكروبرسر كان عاملاً قوياً أسهم في التطور الكبير في الروبوتات.
- (ب) التطبيقات الصناعية هي المجال الأوسع لاستخدامات الروبوتات.
- (ج) أحد خصائص الروبوت أنه أذكى من الإنسان.
- (د) أحد سلبيات تقنية الروبوتات هو ندرة المتخصصين في هذه التقنية وارتفاع مرتباتهم.

٥ جهاز أو نظام واحد من الأجهزة أو النظم التالية يعتبر تطبيقاً للروبوت وهو:

- (أ) جهاز التحكم عن بعد في التلفزيون.
- (ب) النظام الآلي لإيقاف السيارة في المواقف الطولية.
- (ج) جهاز إصدار بطاقة ركوب الطائرة ذاتياً في المطار.
- (د) جهاز الصرف الآلي في البنك.

٦ جهاز أو نظام واحد من الأجهزة أو النظم التالية يعتبر تطبيقاً للروبوت وهو:

(أ) قمر صناعي مخصص للاتصالات وللبث التلفزيوني، مثل: عربسات أو نايلسات.

(ب) محطة الرادار التي تتبع حركة الطائرات.

(ج) سفينة الفضاء التي تحمل الرواد إلى الفضاء الخارجي.

(د) نظام الطيار الآلي في الطائرة الذي يحافظ على طيران الطائرة بسرعة ثابتة وارتفاع محدد.

٧ جهاز أو نظام واحد من الأجهزة أو النظم التالية لا يعتبر تطبيقاً للروبوت وهو:

(أ) الشاحنة المخصصة لنقل القمامة وضغطها.

(ب) اليد الميكانيكية التي يتحكم بها مستخدم بشري وتستخدم في تناول المواد المشعة عن بعد من خلف

حاجز يحمي المشغل من الأشعة الضارة.

(ج) الغواصة بدون قائد التي تستخدم في استكشاف أعمال البحار.

(د) الذراع التي يحملها المكوك الفضائي وتستخدم في تحميل وتفريغ المعدات من مخزن المكوك.

٨ جميع الجمل الواردة أدناه صحيحة ما عدا جملة واحدة هي:

(أ) يكون الروبوت جيداً إذا كان شكله يشبه الإنسان البشري.

(ب) يقاس مستوى تطور ذراع الروبوت بحسب عدد مستويات الحركة التي يتمتع بها الذراع.

(ج) يجب على قبضة اليد في الروبوت أن تضغط على الأشياء التي تتناولها بشدة تتناسب مع نوع الشيء ووزنه.

(د) يعتبر نظام الموجات فوق الصوتية (السونار) من أهم التقنيات التي يستخدمها الروبوت في قياس المسافات.

٩ جميع الجمل الواردة أدناه صحيحة ما عدا جملة واحدة هي:

(أ) إن من أهم مزايا الروبوت أنه ينفذ الأعمال المتشابهة المتكررة بنفس مستوى الجودة.

(ب) إن استخدام الروبوت في المصنع سيزيد من تكلفة إنشاء المصنع.

(ج) يستطيع الروبوت أن يحفظ ويسترجع كميات هائلة من المعلومات بحسب ما يتم تخزينه في ذاكرة

الحاسب الذي يتحكم في الروبوت.

(د) يستطيع الروبوت أن يميز بين الخطأ والصواب، وأن يعتذر ويتراجع عن الفعل إذا أخطأ.