الروبوط الذكى وميكنة الإنسان

INTELLIGENCE ROBOT AND MAN MECHANIZATION

هل نجعل الروبوط ذكيًا؟ أى نضيف له بعض خواص الإنسان فى التعلم والمعرفة أى نجعل الروبوط إنسانا أو يقترب منه. أو نجعل الإنسان البشرى الحقيقى روبوطًا أى نضيف له خواص الآلة ووحدة التحكم ووحدة الحاسب. هذان الاتجاهان من البحث مختلفان بل ومتضادان. الاتجاهان لهما نفس الهدف وهو إيجاد إنسان بإمكانيات الحاسب الكبيرة من تخزين للمعلومات واتخاذ قرارات وحل مشاكل وعمليات رياضية واقتصادية تحتاج إلى سنوات. التعلم فى جزء بسيط من الثانية والتحكم فى أمور كثيرة قريبة وبعيدة يصعب على إمكانيات الإنسان العادى القيام بها. هذا الاتجاه البحثى يقوم به علماء فى الهندسة الحيوية الطبية Biomedical Engineering والاتجاه الآخر هو الوصول بالآلة متمثلة فى المناول الميكانيكى أو ما يماثلها فى بعض التطبيقات إلى مستوى الذكاء الإنسانى بعد أن أمكنه تشغيلها فى معظم نواحى الحياة من تصنيع إلى زراعة إلى طب إلى أعماق البحار وإلى الفضاء الخارجى حتى فى الكواكب الأخرى كالقمر والمريخ. كل هذا ببرامج ووحدات تحكم تسيطر على كل ما هو مطلوب من هذا الروبوط من خلال برنامج وحاسب آلى يزوده بكافة المعلومات. هذا الاتجاه يقوده علماء الروبوطات وهندسة الإنتاج والمياكاترونيك Mechatronic التى تجمع بين علوم الميكانيكا وعلوم الإلكترونيات. الإنسان مخلوق ذكى يرى ويسمع ويتكلم ويفكر ويتخذ العديد من القرارات نتيجة خبراته السابقة المتراكمة فإذا أمكن إيجاد شريحة سليكون حيوية تربط جهازه العصبى بالحاسب لأصبح دمج إمكانات

الحاسب الرهيبة بعقل الإنسان وأحاسيسه ثورة أغلى وأعظم من كل الثورات الصناعية والتكنولوجية وحتى اختراع الذرة وثورة المعلومات والإلكترونيات. هذا الاتجاه الهام جدا بدأ فعلاً عن طريق العالم البريطانى (كيفين وارويك) الذى سيأتى الكلام عنه فى الجزء الثانى من هذا الفصل والتجارب والنتائج التى وصل إليها حتى الآن.

هذا الفرع من الأبحاث نتائجه أعظم من فرع الروبوط الذكى نظراً لأن الأساس هو الإنسان نفسه والتطوير المفضل به هو نتاج العقل البشرى من بداية الخليقة وحتى الآن وهو الحاسب. إن الفرع الأول الروبوطى من الأبحاث كان التقدم فيه بطيئا، لأن الأساس فيه هو المناول الميكانيكى وهى أذرع آلية تتحرك على قاعدة بوحدة تحكم. والمحاولات المطلوبة التى تجعل الجهاز الميكانيكى ذكيا هى محاولات طويلة ومعقدة ولن تستطيع على مدى العشرات من السنوات جعل هذه الآلة تقترب من الإنسان أى من خلق الله تعالى. فجزء من المطلوب للذكاء الاصطناعى للآلة Artificial Intelligence هو تركيب عين للروبوط أى كاميرا تليفزيونية تعطى القليل جدا من خواص العين وسوف لا ترى كل الأشياء ولكن القليل منها. ودائرة للكلام لتتكلم بعض الكلمات المحددة جدا وأذن تفسر ما تسمع. وسوف لا تستطيع هذه الأذن إلا تفسير بعض الأصوات للاختلاف الشاسع بين الأصوات، ثم سوف يحتاج الروبوط إلى أجهزة حسية للمسافة والسرعة والقوة والعزم. وهذه الأجهزة سوف تقيس قيما محدودة لهذه المتغيرات هى أيضًا القليل جدًا من الأجهزة الحسية الموجودة فى الإنسان.

وإذا أردنا أن نستدل على الصعوبات الجمة التى سوف تقابلنا لتطوير الروبوط الصناعى وجعله روبوطًا ذكيا فعلينا تعريف الروبوط الآن الذى يصف مستوى الذكاء:

(الروبوط هو ذراع واحد أعمى وأبكم ذو ذاكرة محددة لا يستطيع أن يتكلم أو يرى أو يسمع).

وهذا التعريف يصلح لمعظم الروبوطات الموجودة فى الصناعات وفى المجالات الأخرى ويمكن أن نضيف إلى هذا التعريف ولا يمشى. ولكن القليل منهم من يحتوى على الصفات الذكية وهم روبوطات الجيل الثالث ولكن ليس كما هو موجود بالإنسان أو حتى يقترب منه.

وعلى هذا فإن الروبوط ليس لديه القدرة على تغيير ما حوله. فإذا ذهب لمكان ليمسك قطعة ويحركها إلى مكان آخر ولم يجد هذه القطعة فإنه سوف يذهب ويمسك الهواء ويتحرك به إلى المكان المبرمج إليه.

الروبوطات الذكية قد تطلب مساعدة لو لم تجد الجزء المطلوب ولكن لا يوجد روبوط حتى الآن يستطيع أن يبحث عن الجزء المفقود. ومثل هذه المشاكل هى التى نتجت عن طريق الذكاء الاصطناعى وتطبيقاته فى عالم الروبوطات.

أولاً : الروبوطات الذكية :

١- تعريف ومهام الذكاء الاصطناعى :

حين يقوم الإنسان أو الحيوان ببعض الواجبات فإن ذلك يحتاج إلى ذكاء فإننا نقول: إن هذا العقل ذكى. وحين تقوم الآلة بإجراء بعض العمليات التى تحتاج إلى ذكاء فإننا نقول عن هذا العقل: إنه ذكاء اصطناعى. وذلك راجع إلى أن هذا الذكاء هو من تخطيط وصنع الإنسان وليس فى الحقيقة من صنع الآلة. لذا نعتبر أن ذكاءها اصطناعى.

والذكاء يمكن تعريفه على أنه التأثير المزدوج للقابلية للتعلم من الخبرة والقابلية للإضافة إلى المحيط أو اتخاذ القرار.

أما الذكاء الاصطناعى فهو البحث عن إمكانية إضافة التأثير المزدوج للذكاء إلى الآلة. وهو إمكانية التعليم وإمكانية التأثير أو اتخاذ القرار المناسب.

إن دراسة الذكاء فـى الإنسان سوف يساعدنا كثيرًا فى كيفية بناء الذكاء الاصطناعى داخل الآلة. أما المهام التى يقدمها الذكاء ويحكم بها عليه فهى كالآتى:

١ – التعلم من الخبرة.

٢ – الإضافة للتغيير فى بيئة ما.

٣ – استقبال الإشارات الخاصة بالرؤية والكلام وغيرها للوصول إلى معلومات محددة.

٤ – اتخاذ القرار بناء على الإشارات والمعلومات الداخلة.

٥ – القيام بالأعمال أو تخزين البيانات بناء على القرار المتخذ.

التعلم هو واحد من أهم مجالات الذكاء. ويمكن للروبوط كما ذكر من قبل أن تلحق به وحدة تقوده إلى تعلم الأماكن التى سيذهب إليها والأعمال التى سوف يقوم بها. كما أنه من خلال التعلم سوف يقوم بتخزين البيانات فى ذاكرته أثناء التدريب.

ولقد استفاد الروبوط فى مجال الذكاء الاصطناعى من خلال إضافة أجهزة حسية فى مجال الرؤية واللمس والكلام كما استفادت منه أنظمة أخرى مثل النظم الخبيرة Expert Systems وفهم الصور Image Understanding وفهم اللغات الطبيعية Natural Language Understanding وتحليل الأصوات Speech Synthesis. وقد يفهم بعض الناس أن المقصود بالذكاء الاصطناعى هو تعليم الروبوط كيف يفكر. وهذه مسألة شاقة جدا ولكن المطلوب من الذكاء الاصطناعى للروبوط أن يعلمه الأخطاء التى يمكن أن تقابله وكيف يتخذ القرار بالتصرف السليم كما يتعلم الترتيب الصحيح لبعض القطع غير المرتبة أو اكتشاف غياب بعض الأجزاء المراد التعامل معها والتصرف فى الموقف.

وتستخدم المعرفة فى اتخاذ القرار فمثلاً يمكن بناء نظام رياضى أو منطقى للمساعدة فى الوصول إلى نتيجة اتخاذ القرار المناسب لها. ومن المستوى الأدنى لاتخاذ القرار نأخذ مثلاً اتخاذ القرار بشأن العطش والجوع والشبع فى الإنسان والحيوان إذ إن الحيوان يستطيع بسهولة أن يتخذ قرارًا بهذه الشئون. لكن الآن ينصب اتجاه الأبحاث فى الذكاء الاصطناعى إلى المستوى الأكثر فكرًا وتعقيدًا مثل السببية. إيجاد الأسباب التى تدفع إلى اتخاذ القرار وكذلك البيانات الحسية المأخوذة من أجهزة تماثل ما هو موجود بالإنسان.

كما أن المعرفة تحتاج إلى قاعدة للمعرفة أكثر ذكاء من قاعدة البيانات. إذ إنها تحتوى على بيانات مكتسبة من خبرة الإنسان فى هذا المجال. ولكن هذه القاعدة بها آلية تستطيع أن تتخذ القرار المناسب بناء على الخبرة الموجودة فى هذه القاعدة المعرفية وهى ما تسمى بالنظم الخبيرة Expert Systems. والخبرة بصفة عامة هى من مميزات ذكاء الإنسان التى عن طريقها وعن تراكماتها الطويلة بالمشاهدة والتعلم والمعرفة أن يتخذ القرار المناسب. وإذا كان التعلم عن طريق الخبرات السابقة من مميزات ذكاء الإنسان فإن إضافة النماذج لبعض الأعمال للروبوط تمكنه من اكتساب هذه المهارة. أما مجال قرارات الصور فهى تفيد الروبوط فى التعرف على الأشياء من خلال كاميرا تليفزيونية تكون هامة جدا للروبوط المتحرك حيث يمكن أن يقابل أهدافًا يجب الالتفاف حولها أو الوقوف قبلها. أما مجال اللغات الطبيعية فإن تقدم مجال الذكاء الاصطناعى بها جعل من الممكن التمييز بين الكلمات للأصوات المختلفة مما أدى إلى إضافة وحدة تمييز الصوت لكى يفهم الروبوط بعض الكلمات لبعض الأصوات القابلة للتعامل معه.

٢ - مستويات الذكاء الاصطناعى :

للتعرف بدقة على مستويات الذكاء الاصطناعى قام الباحثون بتقسيم هذه المستويات إلى ثلاثة مستويات للذكاء هى:

١– مستوى ألفا للذكاء.

٢ – مستوى بيتا للذكاء.

٣– مستوى جاما للذكاء.

١- مستوى ألفا للذكاء

يعرف مستوى ألفا على أنه المستوى غير القابل للتعلم. فالذكاء فى هذا المستوى لا يسمح للخبرات السابقة أن تتخذ قرارًا. والدليل عليه فى مجموعة الروبوطات التى تخدم فى مجالات كثيرة بالصناعة من الجيل الأول والثانى والتى لا توجد بها أى أجهزة حسية أو برامج خبيرة لاتخاذ القرار.

٢ - مستوى بيتا للذكاء

هو المستوى الذى يسمح بتعلم بعض الأعمال البسيطة والتعلم من الأخطاء والانحرافات القديمة والتى من شأنها تساعد الروبوطات فى اتخاذ القرارات. والمستوى بيتا يكاد يكون غير موجود بالروبوط ولكنه موجود فى ألعاب وآلات أخرى غيره. أما فى الروبوط العائلى الذى يقوم ببعض الأعمال حول البيت فيمكن تعليم الروبوط المسارات والطرق التى سيعبر عليها وهو المستوى بيتا من الذكاء الاصطناعى.

٣- مستوى جاما للذكاء

هو المستوى الذى يتيح للربوبط اتخاذ قرارات بناء على الخبرة السابقة ووجود أجهزة حسية للمسافة والسرعة والرؤية والكلام. كما أن هذا المستوى له قاعدة جيدة من المعرفة والمعلومات والنظم الرياضية والمنطقية التى تسمح له باكتشاف الأخطاء والتعرف على الأشياء واتخاذ القرار وهو الجيل الثالث من الروبوط وهو ما يسمى بالأجيال الذكية أو الربوط الذكى.

٣ - بناء الذكاء :

يولد الإنسان وبه موهبة الذكاء حيث يخلق الإنسان وبه النظام العصبى التلقائى Autonomic Nervous System الذى يستطيع تنظيم ضربات القلب والتنفس ودرجات الحرارة داخل جسم الإنسان والمسئول عن القابلية للتعلم والحركات اللازمة للجسم والإشارات بين العقل والأحاسيس والعضلات. والطفل الذى يولد بدون هذا الذكاء الداخلى لا يمكن أن يعيش.

أما فى الروبوط فيمكن إنشاء الذاكرة ومركز وأسلوب التعلم وتصميم نماذج رياضية ومنطقية تستطيع أن تتخذ بعض القرارات مثل تحديد المسار الأمثل وتجربة مسارات كثيرة واختيار الأفضل ثم عمليات الفتح والقفل على المنتج.

٤ - النظم الخبيرة :

النظم الخبيرة هى عبارة عن برامج حاسبات كبيرة تختزن معلومات كثيرة عن موضوع مًا بجميع احتمالاته وحلوله عند كل الظروف. وتختزن هذه النظم المعلومات عن طريق خبراء هذا المجال لإعطاء أفضل الحلول ووضع كل الظروف. مثال على ذلك عمليات الإصلاح والصيانة للمحركات والأجهزة، فبدلاً من وضع جداول لطرق العلاج عند كل الحالات يوضع برنامج للحاسب تكون مدخلاته حالة الخطأ أما مخرجاته فتكون هى الحل. يمكن استخدام الروبوط بالنظام الخبير ليميز بين القطع المختلفة التى يأتى دورها فى الدفع عند خطوط التجميع. كما يستخدم مهندسو الروبوطات النظام الخبير فى إصلاح أعطال الروبوط وكذلك فى اختيار أفضل أنواع الروبوط لعمل محدد وموصف. وهكذا نجد أن مستوى النظم الخبيرة فى اتخاذ القرار والوصول للحل مساو لمستوى الإنسان لأنها وضعت برامج لا بناء على خبرة الإنسان وحسب بل بناء على خبرة أفضل المتخصصين فى هذا المجال. وبرامج الحاسبات للنظم الخبيرة تختلف عن البرامج المعتادة. إذ لا يوجد بها أى نوع من الحسابات والمعادلات ولكنها عبارة عن قاعدة معلومات لخبرات جيدة فى هذا المجال.

تعتمد النظم الخبيرة على المتطلبات الآتية:

١ – وجود متخصص خبير فى المجال المراد إنشاء نظام له.

٢ – يجب أن تكون اليد الخبيرة متخصصة فى هذا النوع من المعلومات ولها القدرة على الحكم والخبرة فيه.

٣ – يجب أن تكون الخبرة ذات قدرة على الوضوح والحكم وشرح الطرق المستخدمة وتطبيقاتها فى واجبات محددة.

٤ – يجب أن تكون المعلومات لنظام الخبرة لها مجال واسع للتطبيق.

تتكون النظم الخبيرة من حقائق لعناصر النظام ثم قواعد للاختيار ثم طريق للاستدلال ثم اتخاذ القرار ويكون هذا الأسلوب من خلال قاعدة للمعلومات توجد بها بيانات النظام فى صورة يمكن من خلالها اتخاذ القرار للمعلومة المطلوبة وليس مجرد تخزين المعلومة والاستفادة منها.

تبنى النظم الخبيرة على أساس (الموقف – القرار) –(Situation Action).و تبنى بعض هذه النظم من الخلف للأمام أى بمعرفة العيب Action (القرار) وبالرجوع للخلف نستطيع استبيان السبب حتى نصل إلى الموقف Situation وتسمى النظم الخبيرة الخلفية Backward Chaining .والعكس أنه من عدة مواقفٍ نستطيع أن نصل للقرار Action وتسمى النظم الخبيرة الأمامية Forward.

Chaining تعتبر نظم الخبرة المبنية على أساس ربط القوانين chaining من الأمام للخلف هى الأكثر شيوعًا فى نظم الذكاء الاصطناعى. ومن هذه النظم الشهيرة فى المجال الطبى هو نظام مايسين MCYCIN الذى صمم بواسطة العالم ادوارد شورت ليف Edward short liffe بجامعة ستانفورد. وهو نظام لتشخيص مسببات عدوى البكتيريا (الموقف) Situation ثم اقتراح المضاد الحيوى المناسب وهو القرار Action. وهناك نظام خبير آخر قام بتصميمه العالم الأمريكى جون ماك ديرموت John Mc Dermott بجامعة كارنيجى ميلون Carnegie Mellon لاختيار مكونات

الحاسب VAX بناء على طلبات العملاء. وتقسم العمليات فى هذا النظام لمكونات الحاسب إلى الآتى:

١ – تصحيح الأخطاء فى الطلب.

٢ – وضع الأجزاء فى وحدة التشغيل المركزية للحاسب Central Processing Unit.

٣ – وضع الصناديق فى الكبائن ووضع الوحدات فى الصناديق.

٤ – وضع اللوحات فى الكبائن.

٥ – تخطيط أرضية النظام.

٦ – عمل التوصيلات.

ولكل من هذه النقاط توجد قواعد لاختيار الأجزاء بناء على طلب العميل. وتكتب قواعد وقوانين نظام الخبرة بلغة خاصة تسمى OPS5 لها ١٢٠٠ قاعدة لحاسب طراز VAX لعدد من قطع الجهاز تصل إلى ١٠٠٠ قطعة.

إن هذا البرنامج بهذه الكيفية قد يصلح أيضًا لاختيار العديد من أنواع الروبوط بمواصفات مختلفة بناء على طلب العملاء.

وتعتبر النظم الخبيرة إحدى أشهر نظم الذكاء الاصطناعى حيث تعمل مكونات ذكائه من الخبرة أى ليس لها اتصال مباشر مع الماكينة أو الروبوط الذى يعمل معه وهى عبارة عن برنامج حاسب ذى قاعدة معلومات. أما الوجه الآخر للذكاء الاصطناعى فهو الأجهزة الحسية التى توضع بالروبوط مثل الكاميرا وأجهزة السمع والكلام وتقدير المسافات. فهذه تقيس بصورة مباشرة وترسل إشاراتها للروبوط. وبناء على برنامج الذكاء الاصطناعى يأخذ هذه القراءات ويحولها إلى قرارات.

٥ - الأجهزة الحسية بالإنسان البشرى:

الذكاء كما سبق تعريفه هو اكتساب الخبرة ثم معالجة البيانات بالمخ ثم القدرة على اتخاذ القرار. تكتسب الخبرة عن طريق الأجهزة الحسية بالإنسان مثل العين واليد والأنف والأذن والفم. وتعتبر كل هذه الأجهزة مصدر إدخال البيانات إلى مخ الإنسان الذى هو بمثابة الخبرة أى قاعدة معلومات ثم معالجا لها ومتخذًا للقرارات. لتطبيق أساسيات الذكاء البشرى على الروبوط يجب أولاً دراسة أجهزة الذكاء البشرى الحسية عند الإنسان.

العين فى الإنسان يرى بها الدنيا. فهى المصدر الرئيسى لعلاقة الإنسان بالحياة بها يرى الأشياء كلها وبها يستطيع أن يسير ويميز الطريق والأشياء والألوان والكتابة والقراءة فهى أساس اكتسابه معظم المعلومات والخبرات فى الحياة. وبالعين يتفادى الإنسان مخاطر ومعوقات كثيرة. وبها يستطيع قياس الأهداف وتحديد مواقعها والسير إليها أو البعد عنها.

أما الأذن فمن خلالها ندرك خاصية السمع عن طريق الأصوات. ويستطيع الإنسان من خلال أذنه التمييز بين الأصوات المختلفة ومعرفة اتجاهها وبالأذن فقط نستطيع التعامل مع الإذاعة والتليفزيون ولكن بالعين فقط نستطيع التعامل مع الصورة فى التليفزيون ولا نستطيع إدخال معلومات لا من الإذاعة ولا حتى التليفزيون.

أما اليد فبها الجلد وله خاصية قياس الحرارة والألم والأوزان وتحسس الأجسام.

والأنف تقيس رائحة المواد والغازات والطعام والعطور وتسمى هذه الوظيفة بالشم وهى حاسة كيميائية.

والفم دوره الرئيسى التذوق حيث إنه مدخل الطعام حتى لا يدخل فى أمعائه ما لا يريده.

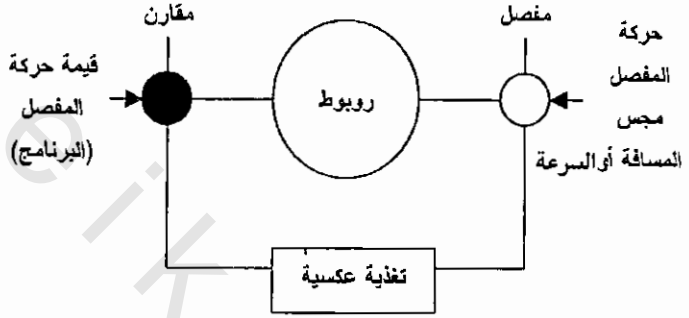
هذه هى الأجهزة الحسية بالإنسان التى نحاول الاقتراب منها وتطبيق البعض اليسير منها فى عالم الروبوط.

أما الأجهزة الحسية التى ظهرت فى الجيل الثالث للروبوط والتى من شأنها أن تجعلها أكثر ذكاء فهى كلها مأخوذة من الإنسان وإن كانت لا تشابهه فى أى منها أو حتى تقترب منها ولكن بعض وظائف هذه الأجهزة الحسية اقترب من الإنسان. نجد مثلاً أن للروبوط أجهزة فى اليد تقيس الوزن والعزم. وأجهزة تقيس المسافة والسرعة. وأجهزة أخرى للرؤية ثم أجهزة للسمع لمعرفة الأصوات وأجهزة للكلام. ويمكن تقسيم هذه الأجهزة من حيث الوظائف المذكورة أو من حيث كونها خارجية مثل الكاميرا أو داخلية مثل أجهزة قياس المسافة والسرعة. كما يمكن تقسيم متحسسات الذكاء الاصطناعى للربوط إلى الأنواع التالية:

١- مجسات المسافة والسرعة لمفاصل الروبوط:

يحتاج الروبوط – لضبط حركة أجزائه المختلفة خاصة الأذرع والمفاصل والماسك– إلى السيطرة الدقيقة على حركاتها ومعرفة رد الفعل نتيجة الحركة المعطاة لكل منها وضبط الفرق سواء بالزيادة أم بالنقصان. وبذلك نضمن الدقة العالية لحركات الروبوط لأنه إذا كان سيستعمل فى عمليات لحام أو تركيب فلابد من الدقة العالية. وهذه الدقة تأتى بها أجهزة حسية لقياس حركات أجزاء الروبوط ومفاصله كلها. والشكل رقم (٤٢) يبين دائرة التحكم الآلى لمجس المسافة لمفصل واحد من الروبوط. يقيس فيها المجس حركة المفصل ويراجعها بالتغذية العكسية للمقارنة بينها وبين القيمة المعطاة له عن طريق وحدة التحكم عند الدخول بالبرنامج فإذا كانت الحركة النهائية للمفصل هى نفسها الحركة الداخلة بالبرنامج فإن التحكم يستمر فى المفصل كما هو أى بنسبة خطأ صفر. أما إذا كانت الحركة النهائية للمفصل تختلف سلبًا أو إيجابًا بالمقارنة للقيمة الداخلة

بالبرنامج فإن جهاز التحكم فى المفصل يعمل على تعويض الفارق فى جـزء بسـيط من الثانية بحيث يستمر الروبوط فى حركاته وكأنه لا يوجد به أى خطأ.



شكل (٤٢) دائرة التحكم فى حركة المفصل.

يوجد عند كل مفصل من مفاصل دائرة التحكـم مجـس للمسـافة وضبطـها فـإذا ضبطت جميع المفاصل التى يوجد عندها موتورات الحركة فـإن الحركـة النهائيـة ليد الروبوط (الماسك) وهو النهايـة الطرفيـة التـى يوجـد عندهـا أداة العمـل تكـون مضبوطة. وإذا كان المطلوب هو التحكـم فـى سـرعة النهايـة الطرفيـة فإنـه يجـب التحكم فى سرعة كل مفصـل علـى حـدة. تصمـم دائـرة التحكـم للسـرعة بنفـس الطريقة. الفارق بينها وبين دائرة التحكـم فـى المسافة هـو جـهاز قيـاس السـرعة سوف يختلف عن جهاز قياس المسافة. كما أن المقارن سـوف يختلـف أيضًـا لأنـه سوف يقارن هنا بين سرعتين لا بين مسافتين.

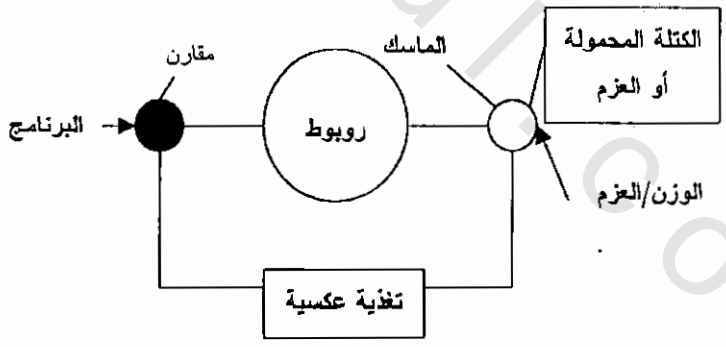
٢- مجسات الوزن والعزم الواقع على الروبوط

Weight and Torque Sensors

يتأثر الروبوط بالأثقال التى يحملها ولابد أن تصدر إشارات مـن جـهاز التحكـم بالروبوط إلى اليد بالقبض على الجزء المسـوك بقـوة مسـك تتناسـب مـع وزن هـذا الجزء المسوك. فلو كان الروبوط سيمسك زجاجـة وصـدرت لـه أوامـر بقـوة مسـك كبيرة سوف تتحطـم الزجاجـة فـى يـده ولـو كـان الحمـل الـذى سـيمسـكه كبـيرًا

وصدرت إليه أوامر بالمسك بقوة بسيطة سوف يقع من يده. ولـو زادت قـوة المسك عن وزن الجسم سوف تتحطم يد الروبوط بما تحمله من مجسات. وهذه هى أهمية أن يكون للروبوط مجس يقيس الوزن الممسوك. والشكل رقم (٤٣) يبين دائرة التحكم لروبوط فى الوزن المؤثر عليه حيث يدخل وزن الجزء المراد مسكه بواسطة يد الروبوط كأحد مدخلات البرنامج ليتمكن الروبوط من إصدار إشارة لما سكه بقوة الربط المطلوبة من اليد على القطعة. توجد وحدة تغذية عكسية لإرجاع إشارة قوة الربط المطلوبة لمقارنتها بالوزن الداخل وإدخال الفارق للروبوط إذا وجد.

يستطيع الإنسان أن يحمل بيده قوة كبيرة بشرط أن تكون قريبة من مفصل يده فى الكتف. فإذا ما بعد بها عن كتفه فإن ذراع القوة يزداد صعوبة فى حملها وهكذا كلما بعدت يده عن مفصل الكتف زادت صعوبة حملها وقد لا يستطيع حملها وهذا ما يسمى بالعزم وهو حاصل ضرب الوزن فى ذراعه وهو بُعد القوة أو الوزن عن مفصل الحركة. هكذا نفس الحال فى الروبوط فهو يستطيع أن يحمل وزنًا كبيرًا إذا كان سيتحرك به قريبًا من مركزه أو مفصل كتفه وكلما بَعُدَ زاد صعوبة وربما كسر المفصل لازدياد العزم الواقع عن العزم المسموح به للمفصل.



شكل (٤٣) دائرة التحكم لروبوط من الوزن / العزم.

وفى حالة وجود مجس للعزم أو الوزن يثبت المجس فى النهاية الطرفية للروبوط عند الرسغ. توجد أيضًا لدائرة التحكم وحدة تغذية عكسية ومقارن لأداء مهام الضبط الدقيق ومفصل حركة الروبوط فيما إذا زاد العزم عن الحد المصمم عليه مفاصل الروبوط حتى لا تكسر.

٣- مجسات المدى والقرب Range and Proximity sensors

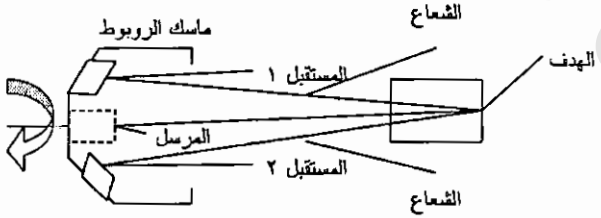
الغرض من هذا النوع من المجسات هو قياس مدى قرب وبعد الهدف من الروبوط وهى هامة جدا فى كثير من المجالات العملية وتعمل هذه المجسات بأحد الطرق الآتية:

١ – مجسات تعمل بأشعة الليزر Laser ray sensors والموجات فوق الصوتية Super Sonic Wave sensors.

٢ – مجسات ضوئية Optical Sensors.

٣ – مجسات رؤية Vision Sensors.

المجسات التى تعمل بأشعة الليزر أو الموجات فوق الصوتية أو الأشعة الضوئية أكثر استعمالاً وأسهل من المجسات التى تعمل بالرؤية. يبين الشكل (٤٤) مجسا يعمل بالأشعة أو الموجات عبارة عن مرسل ومستقبل مركبين فى النهاية الطرفية للرسغ. المستقبل مركب فى منتصف اليد حيث يرسل أشعة أو موجات فوق صوتية إلى الهدف وحينما يصطدم به يرسل أشعة إلى زوج من المستقبل مركبين فى أجناب اليد. وعلى حسب بعد أو قرب الهدف وانعكاس الشعاع أو الموجات منه تقاس المسافة للقطعة وبعدها عن اليد.



شكل (٤٤) مجس المدى والقرب والأشعة.

٤ - المجسات اللمسية Tactile Sensors

تستخدم هذه المجسات حينما تكون ذراع الروبوط تعمل قريبة من أهداف لا يرغب فى الاصطدام بها أو حتى لمسها ففى هذه الحالة يجب إيقاف الروبوط فورًا حتى لا ينكسر. وتستخدم أيضًا لفتح وقفل ماسك الروبوط أو إيقاف حركة إحداث معين ويكون هذا النوع عادة من النوع الكهرومغناطيسى بحيث عند لمس الهدف أو قطع المجال المغناطيسى يحدث غلق للدائرة الكهربائية فيقف المحور أو اليد أو يفتح الماسك.

٥ - المجسات المتصلة Contact Sensors

يحتاج الروبوط المتحرك إلى مجسات أكثر من المجسات التى يحتاجها الروبوط الثابت حيث إن الروبوط المتحرك قد يقابل أثناء سيره عوارض يجب أن يتفاداها كما أنه قبل أن يقابل الهدف عليه أن يتباطأ حتى تصل سرعته إلى الصفر. لذا فإن الروبوط المتحرك يلزمه مجسات متصلة توضع حول الروبوط حتى تقيه من الاصطدام بأجسام لا يتعامل معها ثم إما أن يأخذ إشارة بالوقوف وإما أن يغير مساره. ولتغيير مساره يجب أن تكون هناك مجسات للقرب والمدى لتحديد حجم الأشكال التى سوف يلتف حولها الروبوط.

٦- مجسات الرؤية Vision Sensors

إن عمليات الرؤية وتطبيقاتها فى الصناعة هى عمليات معقدة جدا. إذ يعتمد الإنسان فيما يراه على وجود خبرة ومعرفة سابقة بما يراه فيستطيع تفسيره بناء على خبرته. كما أن العين البشرية تحمى نفسها أولاً ثم ترى ما تريد. وهى تقسم الأشياء إلى أجزاء ثم تقوم بتجميعها وإرسالها للمخ لتفسيرها. ومن هذا يتضح أن الرؤية تقنية وتفسير الرؤية تقنية أخرى. ثم إن المخ البشرى يستطيع أن يجزىء ما يراه إلى آلاف الأشكال ثم يجمعهم ثم يفسرهم. ولكن تجزئة الشكل إلى

أجزاء كثيرة عملية معقدة على نظام الرؤية التقنى. هذا بالإضافة إلى الألوان وتبايناتها الكثيرة.

إن أبسط تكوين لعضو الرؤية فى الكائنات الحية هو الذى يستخدم شعاعا ضوئيا مفردا للرؤية. كعين أحد السلحفاة البحرية لها عينان كل واحدة بها شعاع ضوئى مفرد وهى تستخدم عينيها للحركة فى اتجاه الضوء ومثل السلحفاة يستخدم الروبوط عينًا واحدة بالإضافة إلى برنامج للبحث عن الإشارات الضوئية يمكن للروبوط أن يتحرك فى اتجاه الشعاع الصادر من الهدف.

لو أمكن للعين الإلكترونية Electronic eye أن تكشف حالتى النور والظلام سيصبح من الممكن مع مصدر للضوء أن تحذر هذه العين الروبوط حين يقترب من الهدف. فإذا استعمل الروبوط عينين بدلاً من واحدة فإنه يستطيع أن يميز درجات الأبيض والأسود بوضوح كبير كما أنه يستطيع أن يحدد موضع الأهداف ويذهب إليها ويرفعها. وبناء على التجارب فإن الروبوط أثناء حركته على عربة متحركة يحتاج إلى تريليون أمر فى الثانية.

ويجب أن تعالج مجسات الرؤية المتطلبات التالية:

١ – تحديد موقع القطع من على الناقلات وتعبئتها فى صناديق.

٢ – المساعدة فى عمليات التجميع من لحام إلى تثبيت المسامير ودورانها إلى تحديد موقع الأشياء وترتيب التركيبات.

٣ – عمليات التغليف.

٤ – تحديد الخصائص الخارجية للمنتج من خشونة إلى تشققات وشروخ.

٥ – تحديد حجم منطقة العمل وحجم المنتج.

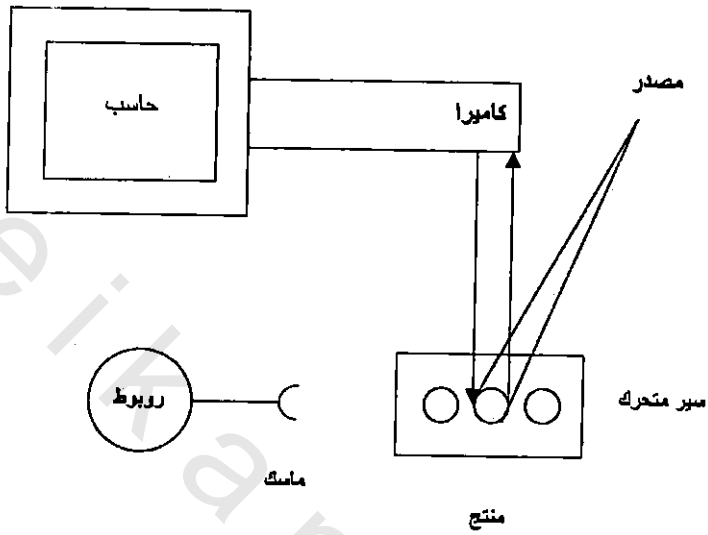
٦ – تحديد مسارات الالتفاف فى حالة وجود عوائق.

مع العلم بأنه لا يوجد نظام رؤية إلكترونية يستطيع أن يغطى كل هذه المتطلبات، ولكن يصمم نظام الرؤية حسب حالة التطبيق للروبوط الذى سوف يركب عليه النظام. غالبًا ما تركب الكاميرات فى مكان بعيد عن جسم الروبوط ولكن يعيب هذا النظام أنه فى حالة ظهور أحد أجزاء الروبوط أمام الكاميرات فإن نظام الرؤية يعطى بيانات خاطئة وسوف يحدث له عدم استقرار فى الرؤية. لذا نجد أنه فى أحوال كثيرة تركب الكاميرات فى ذراع الروبوط مع أبعد جزء فيه لكى لا يعترضها أى عضو فى الروبوط وتعطى بيانات سليمة ويسمى هذا (بنظام العين فى اليد) تزود الكاميرا بمجموعة من العدسات التى تؤثر فى نوعية الصورة. ويجب أن تكون الكاميرا متصلة بالحاسب لتحديد عناصر الصورة وتداخلاتها واللون الرمادى ودقة الصورة.

تقسم الصورة إلى مجموعة من الهياكل رئيسية وفرعية وجانبية فإذا كان الشكل بسيطا مثل الصندوق فيجزأ الشكل إلى الجزء العلوى كشكل رئيسى ثم الأجناب كشكل فرعى ثم الحواف كشكل جانبى ثم تجمع هذه الهياكل لتشكل الصورة الحقيقية.

وحيث إنه فى الطبيعة تكون الأشكال أكثر تعقيدًا من الصندوق فإن عملية تجميع الهياكل بعد تقسيمها تكون أيضًا صعبة للغاية. هذا بالنسبة لتكوين الصورة. أما بالنسبة لتغيير الصورة فيجب أن يزود الحاسب بنماذج لما يمكن أن تراه الكاميرا ليستطيع الحاسب أن يفسره بعد ذلك.

يبين شكل (٤٥) روبوطا مزودا بكاميرا ومصدر ضوئى يعمل على جذب منتج من على سير متحرك. ويعمل فيه نظام الرؤية بالقواعد المذكورة حيث تتصل الكاميرا بالحاسب ولها برنامج لتمييز المنتجات. ومزودة بنماذج مختلفة من المحيط التى تتعامل معه لتساعد فى تفسير مدخلات الكاميرا.



شكل (٤٥): روبوط مزود بكاميرا أثناء العمل.

٧- مجسات الصوت Speech Sensors

ينظر إلى تعبير الصوت فى الإنسان على أنه أبسط من التعبير بالرؤية. لكن الواقع أن الصوت أكثر تعقيدًا فى التعبير عنه من النظر. إذ إن لكل إنسان بصمة صوت مختلفة عن إنسان آخر مثل بصمة اليد. ولذلك فإن تمثيل الصوت ثم تفسيره سوف تصبح مشكلة تقنية غاية فى التعقيد. إذ يمكن فقط تمثيل بعض الكلمات لبعض الأشخاص. ونظرًا لهذه الاختلافات تحلل بصمات الصوت إلى أصوات مختلفة لكل كلمة لكل شخص. ويجب أن تخزن كل كلمة وتكرارها لكل صوت وتخزينها فى الحاسب للاستدلال عليها فيما بعد. فكلما زاد عدد الكلمات المستعملة وزاد عدد الأفراد المستخدمين للحاسب الملحق بالروبوط زادت سعة ذاكرة الحاسب المستعمل إلى حد كبير. وزاد الوقت اللازم للبحث عن الكلمات وبالتالى

وقت تفسيرها. وعلى ذلك فإن نظام بصمة الصوت وتخزينه غير عملى فى حالة استخدام كلمات كثيرة فى النظام.

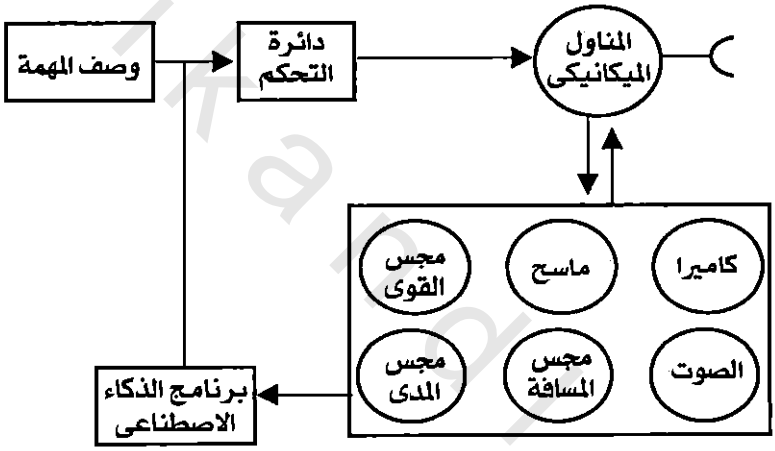
يستخدم نظام آخر لتمييز الكلمات هو نظام الميكروفون وهذا يتطلب تخزين كل وحدات الكلمات الصغرى بلغة خاصة تسمى هذه الوحدات فونيم Phoneme. وتعتبر الفونيم هى الوحدة الصغرى لصوت الكلمة. ويجب تخزين جميع الفونيمات لجميع الكلمات المراد التعامل بها مع الروبوط. وعند إدخال الكلمات إلى الحاسب تقطع الكلمات إلى الوحدة الصغرى منها وهى الفونيمات وإذا أدخل إلى الكمبيوتر كلمات ليس لها أصول فونيمية مخزنة فلن يستطيع الكمبيوتر فهمها وبالتالى لن يحولها إلى الروبوط لأداء أى عمل. إذ يجب أن تخزن هذه الكلمات الجديدة أولاً وتحويلها إلى فونيمات. وأيضًا كلما زادت الكلمات المخزنة قلت سرعة الحاسب نظرًا لطول وقت البحث عن الكلمة. بينما يستطيع الإنسان زيادة سرعته فى الكلام عن طريق توقعه لما هو آت ولا يقدر على ذلك الحاسب أو الروبوط.

٦- تنظيم العمل بالمجسات :

حيث إن الروبوط له العديد من المجسات من مسافة وسرعة وقوى إلى رؤية ومدى وصوت فإنه يجب وضع ترتيب وأولويات الإشارات الناتجة عن كل من هذه المجسات.

تتمثل إحدى الطرق المستخدمة فى تنظيم إشارات المجسات إلى مستويات مختلفة. يعمل المستوى الأول على ضبط حركة الروبوط من مسافة وسرعة إلى قوى وعزم فهذه العناصر ضرورية لإدارة الروبوط فى جميع الظروف ثم المستوى الثانى يكون مجسات اللمس والمدى وأوامر الفتح والغلق ليد الروبوط. ثم المستوى الثالث وهو مستوى الرؤية والكلام وتفسيرهما وإشارات التغذية العكسية الصادرة منهما. وقد توجد مستويات أعلى إذا كان الروبوط له وظائف هامة وحساسة مثل القياس والعمل فى نظم معقدة مثل التجميع أو النقش فى هياكل السيارات.

شكل (٤٦) يبين دوائر التحكم الآلى لروبوط ذكى به مجسات للرؤية والصوت والمسافة والمدى والقوى وماسح بالمناول الميكانيكى لإعطائه الأوامر بالعمل والحركة والسير من خلال برنامج للذكاء الاصطناعى. يفسر كل الإشارات الصادرة من هذه المجسات بالأولوية المصممة عليها. كما يبين الشكل علاقة هذا البرنامج بالمهمة التى يعمل الروبوط فى إطارها من خلال المعلومات الداخلة إليه وصلة المهمة والبرنامج بدوائر التحكم للروبوط.



شكل (٤٦): دوائر التحكم للروبوط الذكى.

هذه المجسات التى تم شرحها هى التى أضافت إلى الروبوط صفة الذكاء ورفعت مستوى الجيل الروبوطى كله إلى جيل الروبوط الذكى. ولعل هذا يعطى فكرة صحيحة على أن الروبوط ليس الإنسان الآلى بمعنى أنه إنسان يتكلم ويرى ويسمع ويفهم ويتصرف. ليس هو الإنسان. ولكننا نحاول أن نضيف إليه من خلال ما خصنا به ربنا سبحانه وتعالى من قدرة وإمكانات وذكاء بعض هذه الصفات لنقترب رويدًا من قول كارل كابيك وتوقعه أن الروبوطات ستعم أنحاء الحياة.

ثانيًا : رَوْبَطَةُ الإنسان وميكنته :

فى هذا المجال البديع من التفوق الإنسانى والإبداع العقلى المتميز فى التكنولوجيا المتطورة يغير الفكر اتجاهه، فبدلاً من تطوير آليات ميكانيكية تعمل بصورة ذاتية مماثلة لحركات الإنسان وآليات برمجة تعمل بوحدات التحكم الذاتى والحاسب إلى التحكم فى الإنسان ذاته عن طريق الوسائل والأساليب الحديثة مثل رقائق السليكون والأقطاب الكهربائية وإمكانيات الحاسب الآلى الكبيرة. وهذا ما أردت تسميته برَوْبَطَةِ الإنسان أو ميكنته وحَسْوَبَتُه أى ربطه بالحواسب. فالإنسان الذى يعمل برقائق السليكون والحاسب سوف يضاف إلى قدراته الطبيعية إمكانات الحواسب الهائلة فهى أدق وأسرع بملايين المرات فى تنفيذ الأوامر من الإنسان ولها طاقة تخزينية هائلة وقدرة فائقة على انتقاء المعلومات واتخاذ القرارات بالإضافة إلى ذكاء مرتفع وعدم النسيان والشعور بالإجهاد والتعب الجسدى والنفسى. ولك أن تتصور أن يتم تخزين وتشغيل بيانات التعليم كله من الابتدائى إلى الجامعة وربما فى تخصصات كثيرة حسب ذاكرة الإنسان المحسوب فى لحظات معدودة وكذلك ربط الأم بأولادها بنظام سليكونى محسوب تجعلها تراقب وتعلم تفاصيل حالة أولادها لحظيًا. هذا المجال الذى هو أشبه بالخيال العلمى ذهب إليه العالم البريطانى فى الأطراف الآلية البروفيسور كيفن وارويك. فلقد تم فى باريس هذا العام ٢٠٠٢ زرع رقاقة من السليكون مرصعة بمائة قطب كهربائى فى الأعصاب الرئيسية لذراعه لأول مرة وعندما جذب الجراحون العصب شعر بوخز فى ذراعه ولكن الألم سرعان ما انتهى واستمرت الرقاقة مزروعة فى يده حتى يونيو لمدة أربعة شهور بعد أن أجرى تجارب عديدة. وقد كانت هذه هى البداية لدمج العقل البشرى بذكاء الآلة إذ كان يمكن للإنسان أن يتبادل المعلومات مع الحاسب الآلى. فالإنسان بطىء فى الكلام أى فى إخراج المعلومة وبطىء فى الفهم أى فى إدخال المعلومة وذاكرته محددة ولا يعمل فى إطار شبكة للمعلومات ومن هذا المنطلق كان هذا الاتجاه المعاكس والجديد لرَوْبَطَةِ الإنسان وحَسْوَبَتِه.

وحيث إن الجهاز العصبى للإنسان ينقل المعلومات عبر إشارات كهروكيميائية فَلِمَ لا يمكنه التوافق مع المعلومات التى تنقل عبر الحاسب بالإشارات الإلكترونية؟. وتحقيقاً لذلك فلقد ربط وارويك نفسه بأسلاك كهربائية وأجهزة إرسال واستطاع أن ينقل إشارات بين جهازه العصبى ويد آلية ذات ثلاثة أصابع غير رقيقة من السليكون وأقطاب كهربية مركبة فى ذراعه. وكان كلما حرك يده تحركت يد الإنسان الآلى. وقد جرب وارويك هذه الطريقة بتوصيل رقيقة من السليكون وأقطاب له ولزوجته ايرينا وأوصلهما بحاسب وكانت كلما أطبقت زوجته ايرينا يدها وصلت ليده شحنة عاطفية جميلة بين أول إنسانين آليين مُرَوْبَطَيْن.

وسوف يستطيع مستقبلاً بهذه الطريقة أن يتناجى الدماغان المذروعين إلكترونيًا بدون الحاجة إلى الكلام والضوضاء.

وقد جرب وارويك هذا الأسلوب فى ربط فتاة – كانت أمها تخاف عليها – بأمها حتى تستطيع أن تراقبها وتطمئن عليها بوصل الاثنين برقائق السليكون وحاسب عند الأم للمتابعة وأقطاب كهربائية للحس.