كيف تبنى "روبوت" حقيقى؟

٥ ـ الحساسات (المستشعرات) Sensors

مهندس علاء خميس

مدرس مساعد بكلية هندسة البترول - جامعة قناة السويس

تتعدد مستويات التعقيد فى عملية بناء «روبوت» حقيقى كما هو مبين بالشكل رقم (١) من المستوى الفيزيائى الذى يمثل أولى خطوات عملية البناء والذى يتم فيه بناء الكيان المادى «للروبوت».. إلى مستوى التعاون الذى يمكن «الروبوت» من الاتصال والتعاون مع «روبوتات» أخرى عاملة فى نفس البيئة بغية إنجاز مهام مشتركة.

مستويات «الروبوت»

أ ـ المستوى الفيزيائى:

ويمثل الكيان المادى الأساسى «للروبوت» من هيكل ومصدر قدرة ومحركات ومنظومة تنقل.. وقد تم شرح هذا المستوى فى المقالات السابقة.

ب ـ مستوى التفاعل:

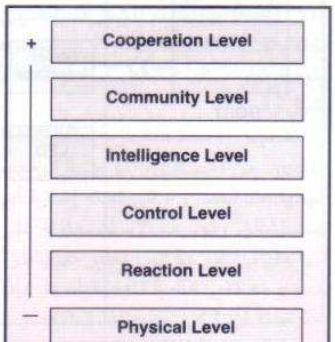
ويتكون من مجموعة من الحساسات (المستشعرات) يتم إضافتها لتمكين «الروبوت» من الإدراك الحسى لما يحيط به من عوائق.. وإحاطته أيضاً بحالته الداخلية من تقدير الموضع واتجاه للحركة والسرعة وحالة البطارية إلخ. وإذا احتوى «الروبوت» على كلا المستويين الفيزيائى والتفاعلى.. فإنه يمكن تسميته «بالروبوت» التفاعلى حيث يمكنه التفاعل مع البيئة التى يعمل فيها دون الحاجة إلى منظومة تحكم وذلك بفضل المقدرة الاستشعارية التى توفرها له المستشعرات والتى يمكن استخدامها فى التحكم المباشر فى حركته. فباستخدام مستشعر الموجات فوق الصوتية «السونار» ـ مثلاً ـ يمكن اكتشاف العوائق التى تواجهه خلال حركته ومن ثم إعطاء أوامر إلى منظومة التنقل لتفادى الاصطدام بهذه العوائق.

جـ ـ مستوى التحكم:

يحتوى هذا المستوى على معالج دقيق يتولى عملية معالجة البيانات التى توفرها الحساسات.. وبناءً على نتيجة هذه المعالجة يتم التحكم فى الحركة. فعلى سبيل المثال.. عند استخدام منظومة رؤية «روبوتية» يجب استخدام معالج دقيق لمعالجة الصورة واستخراج الخصائص المهمة منها للتعرف على الأغراض المحيطة.

د ـ مستوى الذكاء:

فى هذا المستوى.. يتم فى معظم «الروبوتات» الجوالة بناء الوحدات البرمجية الموضحة بالشكل رقم (٢) وتتكون هذه المعمارية من أربع وحدات أساسية يمكن أن تتكون من



شكل رقم (١) : مستويات " الروبوت "

وحدات أصغر كالتالى:

ـ وحدة المخطط Planner: وهى المسئولة عن وضع الخطوات الرئيسية الواجب على «الروبوت» اتباعها لإنجاز مهمة معينة.. وتقوم بمتابعة التقدم الذى يحرزه «الروبوت» فى إنجاز تلك المهمة.

ـ وحدة الملاح Navigator: وتحدد موضع «الروبوت» وتقوم بإصدار أوامر إلى وحدة المرشد Pilot واضعة فى الاعتبار الحالة الحالية «للروبوت» (مثل وجود عوائق فى طريق الحركة).. بعكس وحدة المخطط التى لا تعلم شيئا عن حالة «الروبوت» الحالية.

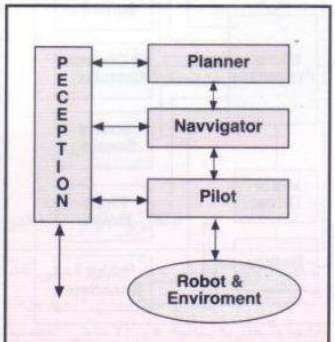
ـ وحدة المرشد Pilot: وتتحكم فى حركة «الروبوت» بناءً على الأوامر الصادرة لها من الملاح.

ـ وحدة الإدراك Perception: وتتحكم فى الحساسات وتقوم بمعالجة البيانات المكتسبة. وفى حالات عديدة لا يتم اعتبار وحدة الإدراك وحدة مستقلة ولكن يتم توزيع وظائفها بين الوحدات الأخرى.

هـ ـ مستوى المجموعة Communi-ty Level :

يتناول هذا المستوى تشغيل عدة «روبوتات» فى نفس البيئة دون الحاجة إلى وجود اتصال بينها ويقوم

شكل رقم (٣) : «الروبوت» (AIBO)



شكل رقم (٢) : معمارية التحكم

كل «روبوت» بالتعامل مع «الروبوت» الآخر على أنه عائق متحرك يجب تجنبه.

و ـ مستوى التعاون Cooperation Level :

وهو أعلى مستويات التعقيد.. حيث يشمل عملية تشغيل عدة «روبوتات» فى نفس البيئة للقيام بأعمال مشتركة بهدف تقليل الزمن اللازم لإنهاء المهمة وزيادة الاعتمادية. يكثر استخدام تلك المنظومات فى «روبوتات» الاستكشاف.. و«الروبوتات» التى تشارك فى كأس العالم لكرة القدم «للروبوتات» (http: //www.robocup.org). وقد سبق الإشارة إلى منظومات «الروبوتات» الموزعة فى مقال سابق (العدد رقم ٦٩).

المقدرة الاستشعارية

تخيل أنك بغرفة مظلمة فى مكان غير معلوم أو معلوم.. وعلى الرغم من أنه يمكن أن يكون لديك خريطة مختزنة فى عقلك عن مكونات الغرفة فإن عملية بسيطة مثل الوصول إلى مفتاح الكهرباء لإنارة المصباح قد تكون مرهقة جداً وتكون أكثر تعقيداً فى حالة عدم وجود أغراض الغرفة فى أماكنها المعتادة. يمكن تطبيق هذا المثال على «روبوت» يتمتع بمنظومة تحكم دقيقة جداً ولكن ليس لديه منظومة استشعار كافية مما يؤدى إلى صعوبة ـ وفى أحيان كثيرة استحالة ـ أداء «الروبوت» للمهمة المكلف بها. ومن أهم ما يميز «الروبوت» على باقى الآلات الميكانيكية ـ بجانب قدرته على القيام بمهام عددية بدقة وكفاءة وقدرة تكرارية عالية ـ كونه آلة ذكية لها القدرة على التفاعل مع البيئة المحيطة وذلك بفضل الحساسات التى يمكن بناؤها فيه بغرض محاكاة الحواس البيولوجية التى حبا بها الله عز وجل الإنسان.. مثل حاسة الرؤية والسمع والشم والتذوق واللمس والكلام. بهذه المقدرة الاستشعارية يمكن «للروبوت» القيام بالكثير من المهام.. ويمكنه أيضاً أن يحمى نفسه من الأذى ولا يؤذى أو يضر الإنسان فى حالة استخدامه.. وهو ما يتفق مع قوانين «اسحق ازيموف» «للروبوت» التى سبق عرضها بالعدد رقم (٦٦).

وبغض النظر عن المهمة المكلف بها «الروبوت» أو كيفية أدائها.. فإن «الروبوت» الجوال ـ على سبيل المثال ـ يجب أن يتنقل من مكان إلى آخر متجنباً الاصطدام مع أى عائق ثابت أو متحرك يمكن أن يعترض حركته. وبغض النظر عن طبيعة البيئة التى يتحرك فيها «الروبوت».. فإنه عادة ما يحتاج إلى الإجابة عن أسئلة يجب أن تتوفر لأية منظومة استشعار القدرة على الإجابة عليها.. مثل أين أكون الآن؟ وماذا يحيط بى من أشياء؟..

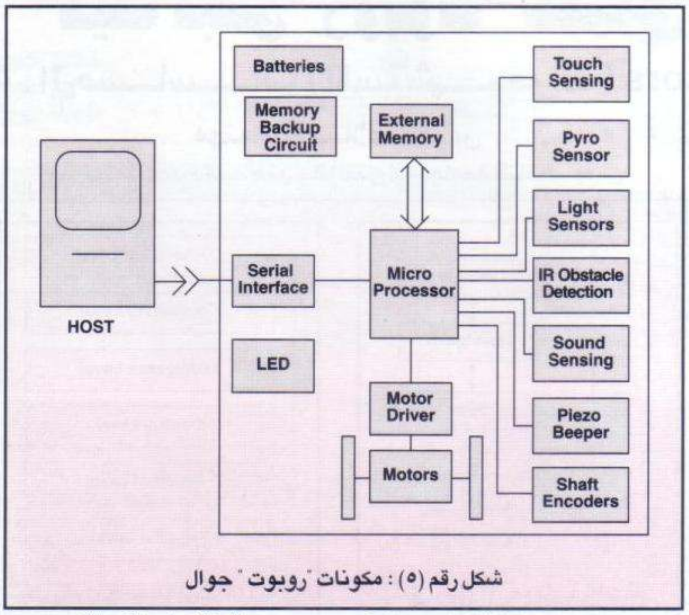
ومن التحديات التى تواجه الباحثين فى مجال «الروبوت» والتى يتوقع أن يلعب تطور المستشعرات دور مهم فى حلها.. مشكلة محاكاة أو نمذجة البيئة.. حيث أن البيئة التى يعمل فيها «الروبوت» عادة ما تكون متغيرة وغير قابلة للتوقع أو المحاكاة والتمثيل الدقيق.. مما يؤدى إلى بساطة وعدم دقة النماذج المستخدمة. وهناك تحديات أخرى مرتبطة بمشاكل غير محلولة إلى

شكل رقم (٤) : «الروبوت» (ASIMO)

الآن على الرغم من الجهود التى يبذلها الباحثون.. مثل مشكلة فهم اللغات الحية لتحقيق الاتصال الطبيعى بين «الروبوت» والإنسان. وفى هذا المجال.. عادة ما يتم تبسيط المشكلة من الفهم الكامل للغة إلى محاولة فهم بعض الأوامر الصوتية المختزنة مسبقاً فى قائمة Voice Tags (مثل: تحرك للإمام - إذهب إلى غرفة المكتب - توقف - إلخ..) وهذا شبيه بما يحدث فى منظومات الهواتف المحمولة والخدمات الصوتية.. ويتم ذلك بتحويل الصوت إلى نص يمكن استخدامه كدخل لبرنامج الاتصال الحاسوبى. وإذا تطلب الأمر توفير استجابة صوتية من «الروبوت» للإنسان.. يتم استخدام عملية تسمى تخليق الكلام Synthe-size Speech وذلك بتجميع عناصر صوتية تخليقية يطلق عليها المصوتات (الفونيمات) Phonemes مثل ما يقوم به قارىء النصوص فى بعض برامج الترجمة مثل Power Translator. وحتى إذا تم حل مشكلة الفهم الكامل للحديث.. فسوف تستمر مشكلة التخمين والحدس والتى بها يتمكن الإنسان من تخمين بعض الكلمات إذا أساء نطقها المتحدث وتخمين الغرض من الحديث أو الأمر المطلوب تنفيذه. وسوف نتناول هذا الموضوع بالتفصيل فى أعداد تالية.

ومن التحديات الكبرى التى تواجه «الروبوت» أيضاً.. القدرة على التعرف والتمييز بين الأغراض Object Rec-ognition.. فالإنسان يمتلك ذاكرة ديناميكية غير معروفة أسرارها إلى الآن تمكنه من التعرف والتمييز بين الأغراض المحيطة به.. فى حين أن «الروبوت» لا يستطيع مثلاً التفريق بين كوب وإناء موضوعين على مائدة إلا إذا تم تدريبه وبرمجته على ذلك.. وعادة ما يتم ذلك باستخدام منظومة رؤية «روبوت» حيث يتم تخزين صورة للغرض المراد التعرف عليه فى ذاكرة «الروبوت».. وعن طريق منظومة الرؤية يتم المقارنة وتحديد نوع الغرض. ولكن مشكلة بسيطة مثل وجود مرآة على المائدة أو وجود صورة بالحجم الطبيعى للكوب أو الإناء قد تجعل منظومة الرؤية عاجزة عن التمييز بين الغرض الحقيقى والتخيلى. ويمكن حل هذه المشكلة بتكوين صورة ثلاثية الأبعاد لقياس عمق الغرض وذلك باستخدام آلتى تصوير كما هو الحال فى الإنسان.. حيث تتكون صورة ثلاثية الابعاد باستخدام صورتين ثنائيتين. ولكن هذا الحل يتطلب وجود قدرة حاسوبية وتخزينية عالية مخصصة لمنظومة الرؤية. ومن المشاكل الأخرى التى يمكن حلها بتطوير منظومات الاستشعار.. مشكلة الذاتية Autono-my وهى الخاصية التى تمكن «الروبوت» من إنجاز المهمة بطريقة ذاتية دون تدخل بشرى. وتجدر الإشارة هنا.. إلى أن التطبيقات العسكريه تهتم بصفة خاصة بهذه الخاصية.. مما حدا بوزارة الدفاع الأمريكية لتنظيم مسابقة عالمية تعقد فى العام المقبل من ١١ - ١٣ مارس ٢٠٠٤ جائزتها مليون دولار.. للمركبة التى يمكنها قطع المسافة بين «لوس انجلوس» و«لاس فيجاس» (٤٠٠ كم) بدون تحكم عن بعد أو أى تدخل بشرى (http:// www. darpa. mil/grandchallenge/ overview. htm)

وسوف يساعد تطور منظومات الاستشعار على إمكانية بناء ما يسمى «الروبوت» الاجتماعى Social Robot والذى له القدرة على التفاعل مع الإنسان بصورة طبيعية. وفى هذا المجال.. تجرى دراسة مجالات مختلفة واستخلاص الدروس المستفادة التى قد تؤدى إلى الوصول لهذا الهدف.. مثل دراسة علم الاثولوجى Ethology وهو دراسة تصرفات الحيوانات وبصفة خاصة الحيوانات المنزلية.. وعلم الإدراك Cognition وكيفية بناء منظومات تقوم بتوليد تعبيرات وانفعالات تتوافق مع حالتها المزاجية. وقد تم الحصول على نتائج تم استخدام معظمها إلى الآن فى بناء «روبوتات» ترفيه وخدمة مثل الكلب «أيبو» AIBO. Artificial Intelligence Robot الذى قامت شركة «سونى» بابتكاره والذي له القدرة على محاكاة تصرفات الكلب الطبيعى - شكل رقم (٣) - والروبوت «أسيمو» ASIMO Advanced Steps in Innovative Mobility الذى ابتكرته شركة «هوندا» اليابانية بغرض مساعدة كبار السن وغير القادرين - شكل رقم (٤).



شكل رقم (٥) : مكونات "روبوت" جوال

الاستشعار والإدراك

تتحدد مقدرة «الروبوت» على فهم البيئة التى يعمل فيها بالحساسات التى يتم تزويده بها والكيان البرمجى المستخدم لهذا الغرض. وهنا يجب التفريق بين الاستشعار Sensing والإدراك Perception.. حيث عادة ما تكون المستشعرات محولات طاقة Transducers تقوم بتحويل الطاقة المراد استشعارها إلى صورة أخرى - غالباً ما تكون كهربية - يتم إرسالها بعد تهيئتها إلى وحدة المعالج الدقيق لمعالجتها والاستفادة منها فى إدراك الحالة الخارجية والداخلية «للروبوت».. ومن ذلك أسئلة مثل: هل انخفضت قيمة مقاومة المستشعر الضوئى؟ هل تعدى جهد المستشعر الكهروحرارى Pyroelectric جهد المبدىء Thresh-old؟ هل تغير خرج مستشعر الموجات تحت الحمراء من منخفض إلى عال؟. وهذه الأسئلة مناظرة - فى الواقع - للأسئلة التالية: هل الحجرة مظلمة؟ هل يوجد شخص متحرك بالداخل؟ هل يوجد حائط على الشمال؟. مما سبق يتضح أهمية برمجة المعالج الدقيق للاستفادة من بيانات المستشعرات فى تحقيق الإدراك الاستشعارى.

خواص المستشعر

- مدى الاستشعار: يجب أن تكون القيمة العظمى والصغرى متناسبة مع الهدف المستخدم من أجله المستشعر.. فمستشعرات الموجات تحت الحمراء In-frared مثلاً ذات مدى صغير لا يتعدى المتر.. لذلك فإنها تستخدم فى اكتشاف العوائق القريبة.. بينما يتمتع مستشعر «السونار» بمدى يصل إلى عشرة أمتار مما يتيح استخدامه فى اكتشاف الأغراض البعيدة.

- الدقة: يجب أن تكون فى حدود المسموح به طبقاً للمهمة المراد إنجازها.

- القدرة على اكتشاف كل العوائق فى البيئة: حيث تتمتع بعض العوائق بالقدرة على امتصاص الطاقة المشعة من قبل المستشعر أو تشتيتها مما يسبب عدم قدرة المستشعر على اكتشاف الغرض.

- تشغيل فى الزمن الحقيقى Real Time: وهى قدرة المستشعر على توفير بيانات متجددة فى الزمن الحقيقى بمعدل مناسب.

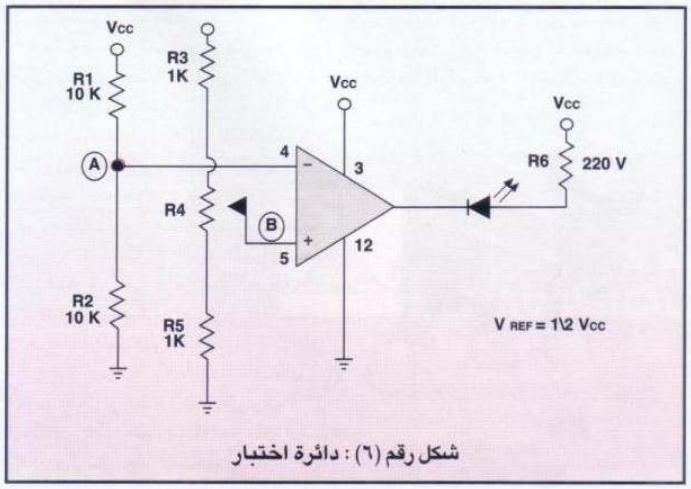
- بيانات مختصرة وسهلة التفسير: حيث يجب أن يوفر المستشعر موجة خرج مقبولة من وجهة نظر المعالجة.

- البساطة: يجب أن يتمتع المستشعر برخص الثمن وأن يكون نمطياً Modu-lar أو معمارياً مما يسهل عملية الصيانة والتطوير.

- استهلاك القدرة: يجب أن تكون متطلبات القدرة أقل ما يمكن للحفاظ على موارد القدرة المحددة «للروبوت» الجوال والتى توفرها له البطارية.

- الحجم: يفضل أن يكون للمستشعر حجم ووزن متناسبين مع حجم ووزن «الروبوت».

وكما هو متوقع.. فإنه لا يوجد مستشعر مثالى بكل هذه الصفات. وفى أغلب الاحيان يتم استخدام أكثر من مستشعر فى منظومة «الروبوت».. وأحياناً يتم استخدام ما يطلق عليه المستشعر



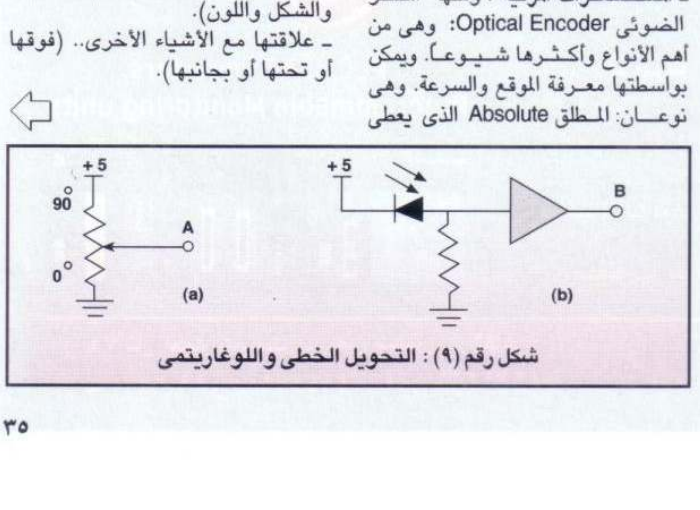
شكل رقم (٦) : دائرة اختبار

الافتراضي Virsual Sensor والذى يمثل بيانات مشتركة لأكثر من مستشعر. وتعرف هذه العملية باندماج المستشعرات Sensor Fusion. وعلى سبيل المثال.. فإن دمج البيانات التى يوفرها مستشعر «السونار» مع بيانات الليزر.. يتيح الحصول على بيانات مشتركة أكثر دقة تعبر عن المسافة بين «الروبوت» وكل ما يحيط به من أغراض. ويمكن استخدام هذه البيانات فى تجنب الاصطدام.

تهيئة الاشارة

يوضح الشكل رقم (٥) المكونات الأساسية «لروبوت» جوال يتم فيه توصيل إشارات خرج المستشعرات بوحدة المعالج الدقيق التى تقوم بمعالجة هذه البيانات لفهمها والاستفادة منها فى إدراك ما يحيط «بالروبوت». ولكن.. قبل إرسال إشارة المستشعر إلى المعالج الدقيق.. يجب تهيئة هذه الإشارة لجعلها مقبولة بالنسبة للمعالج.

تعتمد فكرة عمل أنواع عديدة من المستشعرات على تغير مقاومة المستشعر بتغير الطاقة المراد استشعارها. فالمستشعر الضوئى ـ على سبيل المثال ـ تتغير مقاومته حسب الضوء المسلط عليه.. وبوضعه فى دائرة مجزىء جهد Volt-age Divider يمكن الحصول على خرج كهربى بجهد متغير مع شدة الاستضاءة. ولتوصيل هذه الإشارة للمعالج الدقيق.. يجب استخدام محول تناظرى رقمى A/D Converter وفى أحيان كثيرة يمكن الاستفادة من دائرة المقارن Compartor فى تحقيق هذا الغرض. وكما هو معروف.. فإن المقارن يقوم بمقارنة جهدين أحدهما يتم التعامل معه على أنه مرجع Rerfrence يتم ضبطه بواسطة المصمم.. والآخر هو خرج المستشعر (عن طريق مجزىء الجهد). ويكون خرج المقارن عالياً (+ ٥ ف) أو منخفضاً (صفر). ولاختبار دائرة المقارن.. يمكن استخدام الدائرة المبينة بالشكل رقم (٦) التى تستخدم فيها الدائرة المتكاملة LM339 ـ شكل رقم (٧) ـ التى تحتوى على أربع دوائر مقارنة. وفى دائرة الاختبار.. يتم التعبير عن المستشعر بمقاومتين ١ك أوم و Potentiometer. يمكن أيضاً استخدام المكبر التشغيلى CMOS Op Amp كمقارن.. لتميزه بتوفير تيار كاف لتشغيل الدايود LED ـ شكل رقم (٨).



شكل رقم (٧) : الدائرة المتكاملة LM 339

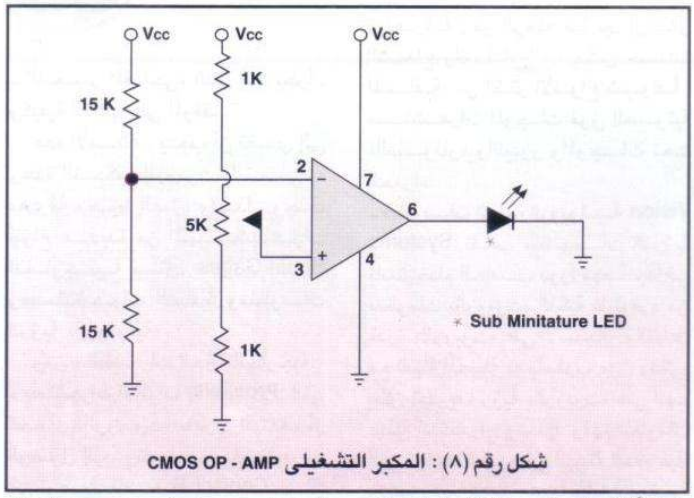
تعتبر الاستشعارية Sensitvity والمدى.. من المبادىء المهمة الواجب فهمها عند الشروع فى تهيئة إشارة أى مستشعر. وتعرف الاستشعارية على أنها مقياس للدرجة التى تتغير بها إشارة الخرج مع تغير الكمية المراد قياسها. فإذا افترضنا أن r هى خرج المستشعر و x الكمية الفيزيائية المقاسة.. فإن:

$$r / r = S \Delta x/x$$

حيث: r التغير البسيط فى استجابة المستشعر ـ x :التغير البسيط فى الكمية المراد استشعارها ـ S: الاستشعارية.

ومن المعروف.. أن جهاز الاستشعار يتفاعل مع مستويات مختلفة من الطاقة المراد استشعارها.. ويقوم بتوليد جهد متناسب مع قيمة الطاقة. وكما ذكرنا.. يجب تهيئة الإشارة قبل إرسالها إلى المعالج.. وفى حالة استخدام محول تناظرى ـ رقمى.. يجب الأخذ فى الاعتبار أن مثل هذه المحولات حساسة لمدى محدود من الجهود (عادة ما يكون بين صفر ـ ٥ ف). ولتحويل الكمية التناظرية المقاسة إلى كمية رقمية يمكن للمعالج الدقيق فهمها.. تستخدم طريقة التحويل الخطى أو التحويل اللوغاريتمى. وعلى فرض أن حركة ذراع «الروبوت» مقيدة (بين صفر ـ ٩٠).. وأننا نود معرفة وضع الذراع الذى عنده تتساوى الاستشعارية فى جميع أنحاء المدي.. يمكن استخدام التحويل الخطى باستخدام مجزىء جهد (٩ ـ ١) حيث يمكن تغطية كامل المدى باستخدام هذا النوع من التحويل (١٠ ـ ١) رقم.

وتعتبر حالة الدايود الضوئى أكثر تعقيداً.. حيث أن مستوى الاستضاءة الذى يوفره ضوء الشمس أكبر بكثير من القيمة التى يمكن الحصول عليها باستخدام الإضاءة الاصطناعية. وبفرض أننا نحاول أن نجعل «الروبوت» قادراً على استشعار مستويات مختلفة من الاستضاءة سواءً كان فى غرفة مضاءة بضوء الشمس أو بإضاءة اصطناعية أو غرفة مظلمة بفرض أن استضاءة الغرفة المضيئة تتراوح بين ١٠ ـ ١٠٠٠ وحدة استضاءة.. والغرفة المظلمة بين صفر ـ ١٠ وحدات وإذا قمنا باختيار عناصر دائرة الاستشعار بحيث تتحول مستويات الاستضاءة (١٠ ـ ١٠٠٠) خطياً إلى (صفر ـ ٢٥٥).. ففى هذه الحالة سوف يتمتع «الروبوت» باستشعارية عالية فى الأماكن المضيئة فقط كما هو مبين بالشكل رقم (١٠ ـ ب).. وسوف يفقد القدرة على الاستشعار فى الغرف المظلمة إذا قل مستوى الاستضاءة عن وحدتين. لحل هذه المشكلة يتم استخدام التحويل اللوغاريتمى بدلاً من الخطى ـ شكل رقم (٩ ـ ب) ـ حيث ينتج المكبر اللوغاريتمى جهداً متناسباً مع لوغاريتم خرج الدايود الضوئى.. وبالتالى يزداد مدى الاستشعارية كما هو موضح بالشكل رقم (١٠).



شكل رقم (٨) : المكبر التشغيلى CMOS OP - AMP

أنواع المستشعرات (الحساسات)

تقسم المستشعرات حسب المعلومات المعطاة «للروبوت» إلى قسمين رئيسيين.. هما:

أ ـ مستشعرات الحالة الداخلية Internal State Sensors:

وتعنى بدراسة ومعرفة الصفات الداخلية «للروبوت» من حيث تقدير موضعه واتجاه حركته والسرعة والعجلة اللذان يتحرك بهما. ومن هذه الأنواع.. مقياس فرق الجهد Potentiometer السنكرو.. والمستبين Resolver.. والمشفرات الضوئية Optical Encoder.. والقواطع الضوئية Optical Interrupts.. والتاكو.. ومقياس التعجيل Accelerometer. ويمكن تقسيم مستشعرات الحالة الداخلية إلى قسمين.. مرئية وغير مرئية.

ـ المستشعرات المرئية : ومنها المشفر الضوئى Optical Encoder: وهى من أهم الأنواع وأكثرها شيوعاً. ويمكن بواسطتها معرفة الموقع والسرعة. وهى نوعان: المطلق Absolute الذى يعطى الموقع الصحيح فى أى وقت بعد تشغيل «الروبوت» دون الرجوع إلى نقطة مرجع Reference Point كما فى حالة النوع الثانى (المتزايد Incremental). من المستشعرات المرئية أيضاً «التاكو» الذى يعطى سرعة «الروبوت».. والفاصل الضوئى Optical Interrupt الذى يستخدم فى بعض أنواع «الروبوت» ذات نقاط «توقف» معينة.. حيث يوضع فى نهاية المسار ويتميز بتوفير إشارة خرج رقمية مما يغنى عن دائرة تحويل.

ـ المستشعرات غير المرئية: ومنها مقياس فرق الجهد Potentiometer): وهى من المستشعرات البسيطة والبدائية جداً والتى تستخدم لقياس الإزاحة الخطية أو الزاوية وتستخدم فى حالة عدم تطلب دقة عالية..

ومنها أيضاً المستبين Resolver الذى يستخدم لتحديد المواقع الزاوية فقط إلا أنه يعيبه الكلفة العالية ـ مقارنة بالمشفر الضوئى ـ وكثرة الأسلاك التى تخرج منه مما قد يسبب عرقلة أثناء الحركة.

ب ـ مستشعرات الحالة الخارجية External State Sensors:

وتعنى بمعرفة الصفات والحالة الهندسية للأغراض التى يتعامل معها «الروبوت».. لأنه فى أى تفاعل معقد مع محيط العمل يجب على «الروبوت» معرفة ما يلى:

ـ ماهية الأشياء الموجودة أو المحيطة به.. إنسان أو عربة أو مادة إنتاجية.

ـ الصفات الحقيقة للأجسام.. (الحجم والشكل واللون).

ـ علاقتها مع الأشياء الأخرى.. (فوقها أو تحتها أو بجانبها).

شكل رقم (٩) : التحويل الخطى واللوغاريتمى

- التغير المفاجىء الذى قد يطرأ.. وكيفية التغلب على الموقف.

هذه الأسئلة.. يجب أن تغذى إلى وحدة التحكم «للروبوت» ليتسنى له معرفة محيط العمل. ولهذا.. وجدت أنواع عديدة من المستشعرات الخارجية مثل.. Strain Gages ومستشعرات الضغط ومنظومات الرؤية «الروبوتية».

ومن مستشعرات الحالة الخارجية:

- مستشعرات الاقتراب Proximity: التى تخبر «الروبوت» بقرب الهدف أو الوصول إليه. وتقسم هذه المستشعرات إلى نوعين: المتصلة Contact مثل المفتاح الدقيق MicroSwitch.. والأنواع التى تستخدم كمجسات فى النهايات الطرفية End Effectors عند الاصطدام بشىء ما وتستخدم عادة فى التوقف الاضطرارى Emergency Stop. أما النوع الثانى.. فهو غير المتصل - Non Contact ويعتمد على اصطدام الضوء أو الموجات فوق الصوتية بالاجسام وانعكاس الاشعة ليتم حساب المسافة بين مرسل المستشعر - المثبت فى جسم «الروبوت» - والجسم اعتماداً على أن سرعة الضوء أو الصوت ثابتة. وبمعرفة زمن الرحلة ما بين إرسال الشعاع واستقباله.. يمكن حساب المسافة. من أكثر الأنواع شيوعاً.. مستشعرات الموجات فوق الصوتية «السونار» والليزر والموجات تحت الحمراء.

- منظومات الرؤية الروبوتية Vision Systems: تلعب منظومات الرؤية باستخدام الحاسب دوراً مهماً جداً فى منظومات «الروبوت» الذكية لما توفره من قدرة «للروبوت» على الاستجابة والتفاعل مع البيئة المحيطة به بأسلوب مرن وذكى. يمكن تعريف رؤية «الروبوت» على أنها عملية استخراج وتحديد وفهم المعلومات التى توفرها الصور فى البيئة الحقيقية. وتشمل هذه العملية ست عمليات أساسية هى: الإحساس Sensing - المعالجة المبدئية preprocessing - التقطيع Segmentation - الوصف Description - التمييز Recognition - والتفسير Interpretation

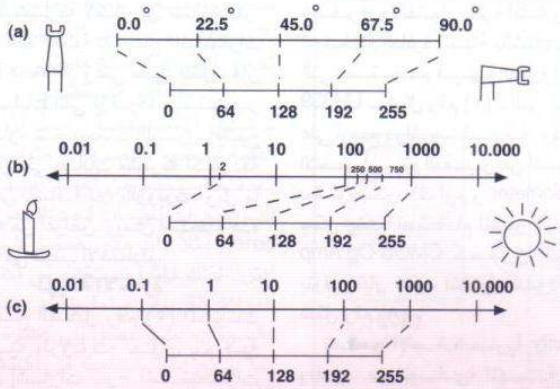
ولتوفير خاصية الرؤية فى «الروبوت».. يجب القيام بثلاث مهام أساسية:

- نقل الصورة Image Transformation: بالمقارنة بالعين البشرية كجهاز لنقل الصور.. تستخدم الكاميرات فى منظومات الرؤية بالكمبيوتر لنقل الصور. وهناك أنواع كثيرة من الكاميرات نذكر منها Charge Couple Device (CCD), photo Diode Array or Charge Injection Device (CID).

- تحليل الصورة Image Analysis: يتم تحديد معالم غرض معين فى الصورة باستخدام تقنية تسمى Pixel Differentiation.

- فهم الصورة Image Understanding: وفيها يتم ترجمة المعلومات التى تم الحصول عليها من عملية التحليل.. حيث يتم تقسيم الصورة إلى مستطيلات ثنائية البعد ومثلثات.. وتسمى هذه العملية Blocks World.

ولعل أهم ما يميز منظومات الرؤية «الروبوتية» عن منظومة الرؤية البشرية.. هو أن «الروبوت» يرى فقط ما ينفعه لأداء المهمة المكلف بها.. «فروبوت» التجميع - على سبيل المثال - يجب عليه تحديد أركان القطعة المراد تجميعها دون الحاجة لمعرفة كل صفاتها. وسوف نتناول الرؤية «الروبوتية» بالتفصيل فى مقالات تالية.



شكل رقم (١٠) : مدى الاستشعارية