6. أين أنا؟

في وقت مبكر من عام 2000، أحضرت إلى منزلي إنساناً آلياً على شكل آلة لقص العشب. هنالك حفنة من الشركات التي تبيع مثل هذه الآلات الآن، يتفاوت سعرها بين بضعة مئات من الدولارات وبين ألفين أو ثلاثة آلاف.

كانت آلتي من أرخص الأصناف المعروضة، لكن لم يكن ثمة فارق كبير في القدرات يفصل - على حد علمي - بين مختلف أنواع آلات قص العشب. بعض الشركات المصنعة فاخرت بحقيقة أن آلاتها عبارة عن روبوتات ذكية، في حين تعمدت أخرى تجنب استخدام لفظة «روبوت» على الإطلاق. أما أنا فقد اشتريت آلتي من شركة تحتل المقدمة في هذا الميدان. الآلة نفسها كانت بحجم عربة اليد الصغيرة، تشابه الخنفساء في شكلها. لم تكن تقص العشب وتخزنه في مكان محدد، بل تفرمه وتفرشه على الأرض خلال عملية القص.

الطرائق التي تستخدمها هذه الآلات/ الروبوتات المتخصصة في قص العشب لتغطية مساحة المرج، تعتبر تنويعات متفاوتة على الأسلوب المستعمل من قبل روبوتات التنظيف المنزلي. فهي تجاوز المساحة المطلوبة عشوائيا؛ وتعتبر من الناحية الإحصائية قادرة على تغطية كل المواضع إذا تركت في حالة التشغيل لمدة زمنية كافية.

تحتاج الروبوتات لمن يزودها بالمعلومات بطريقة ما كي تعرف المنطقة التي ينبغي تغطيتها. ولهذا اختارت كافة الشركات المصنعة إدخال تنويعات متفاوتة على هذه الفكرة البسيطة: يُمد سلك حول المحيط الخارجي للمنطقة المطلوب قص عشبها، ويثبت بصورة دائمة. وكلما حان موعد قص العشب، لا يحتاج المستخدم إلا إلى تشغيل وحدة ترسل إشارة عبر هذا السلك، مطلقة موجات راديو منخفضة القوة تحدد - عن طريق البث - نموذجا متفردا. يمكن لروبوت قص العشب أن يستخدم هذا السلك بطريقتين اثنتين: أولا، باستطاعته تتبعه حول المحيط الخارجي لإنجاز مهمة قص العشب على الحواف بنجاح. ثانيا، عند تغطية المنطقة الداخلية بشكل عشوائي، يقوم بقياس موجات الراديو ويلاحظ متى يكون عند الحدود الخارجية. ثم يتراجع ويغير اتجاهه قليلا، ليغطي عشوائيا المنطقة المطلوبة.

يحيط ببيتي مرج مترامي الأطراف، لذلك قمت بتثبيت السلك حول منطقة تعادل ثلث مساحته فقط، ثم ضغطت على زر التشغيل في الروبوت. تأثرت بقدرته على إنجاز المهمة، فقد دار حول الحافة الطرفية بسهولة، ثم بدأ قص المنطقة الداخلية.

لكن زوجتي العزيزة، جانيت، لم يعجبها الأداء كثيرا. فبدلا من الآثار المتوازية المستقيمة التي تخلفها آلة قص العشب اليدوية، كانت هنالك خطوط تنحني بكل الزوايا عبر المرج. الأسوأ من ذلك أن الروبوت بعد

ساعتين من العمل، حين ضعفت بطارياته إلى درجة توقف فيها عن الحركة وهو يصدر نداء استغاثة، ترك الكثير من البقع المتفرقة التي بقي عشبها طويلا، وتجاوز حجم بعضها حجم طبق الطعام الكبير. قدت الروبوت يدويا إلى مأخذ الطاقة لإعادة شحنه طيلة ما تبقى من اليوم. في الصباح التالي جهزته للعمل من جديد. وبحلول الوقت الذي انتهت فيه مهمته ذلك اليوم، كنت قد ذهبت إلى العمل. عندما رجعت إلى المنزل وأعدت شحنه طيلة الليل، تبين لي أن ست بقع من العشب بحجم قبضة اليد لم ينجح بقصها. وبدا أن قيادة الروبوت باليد لقص هذه البقع كانت أكثر حكمة من «رمي النرد» للمرة الثالثة، لأن الثمن الذي دفعته لتجربته مجددا كان باهظا بالفعل، فعلي تجهيزه للعمل في الصباح (وهذا أمر يسير)، لكن أقلقني أمر إعادته في المساء، وربما في الظلام إذا رجعت إلى المنزل متأخرا، ثم دفعه باليد لإعادة شحنه.

اختفت آثار الخطوط المتبقية على المرج بعد بضعة أيام، وبدا جميلا بهما كأنما قص عشبه باليد. لكن حجم العمل المفترض أن يوفره الروبوت كان مثيرا للقلق. فقص عشب ذلك القسم من المرج يدويا كان يتطلب حوالي خمس عشرة دقيقة. أما الوقت الذي تطلبه الإشراف على الروبوت فلربما كان أكثر بقليل، وامتد على عدة أيام. صحيح أن هذا الروبوت لم يكن من النوع الذي تشغله ثم تتركه يقوم بالعمل بمفرده، لكنني أعترف بأن الطين لم يلوث ملابسي كما يحدث عندما أقوم بقص العشب يدويا، حتى وإن لم تكن التجربة مرضية تماما.

ما هي جذور الأسباب الكامنة وراء إخفاق هذه التقانة في تقديم تجربة ناجحة تستحق الاهتمام؟ هنالك مشكلتان جوهريتان تتمثلان في البطاريات والحركة.

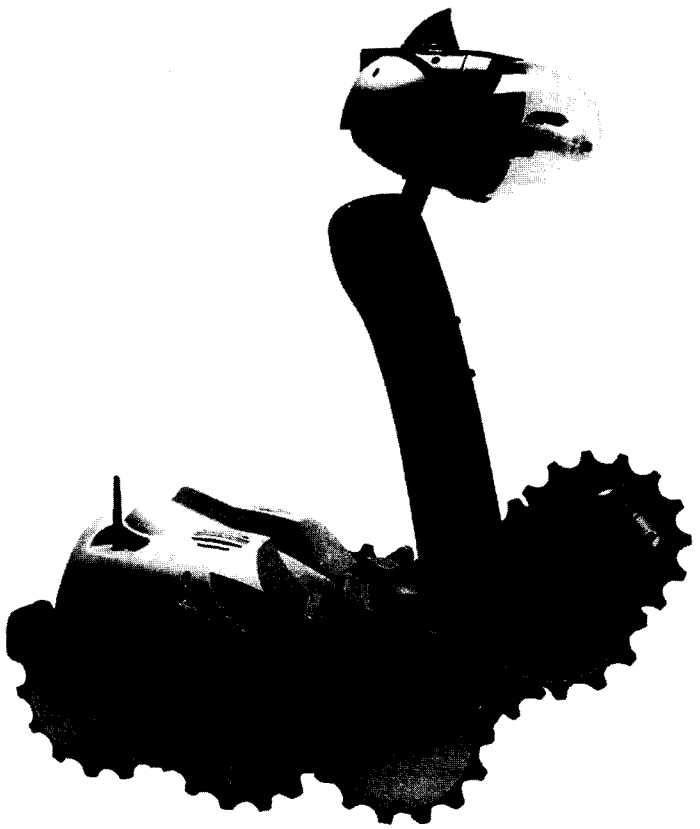
لو تمكن الروبوت من حمل ما يكفي من البطاريات لتشغيله مدة ست ساعات مثلا، لاستطاع إنجاز المهمة بنجاح، ولتطلب الأمر مني التعامل معه مرتين اثنتين وحسب - مرة عند تجهيزه للعمل، وأخرى عند دفعه إلى مأواه في الحديقة بعد إنجاز المهمة. مشكلة البطاريات تكمن في أنها لا تتبع قانون مور، وليس هناك من سبب يدعونا لتوقع حدوث تحسن جذري في أدائها في وقت قريب. صحيح أن البطاريات الآن هي أفضل أداء مما كانت عليه قبل عشرين أو أربعين عاما، لكنها لم تتطور بصورة لافتة. فكلما تعاظمت طاقتها ثقل وزنها، وبالتالي تتضاعف الطاقة الضرورية لتشغيل الآلية التي تحملها. يمكننا القول (دون أن نجزم بشكل قطعي) إن محاولة زيادة عمر بطارية إنسان آلي متحرك (أو سيارة كهربائية) تعتبر معركة خاسرة. فكلما زادت مدة التشغيل، زاد ثقل وبطء الروبوت. ستكون مدة الست ساعات - أي ثلاثة أضعاف المدة المحددة - كافية لقص عشب ذلك القسم من المرج. لكن ذلك القسم لا يشكل سوى ثلث مساحته. ولهذا سيتطلب قص عشب المساحة كلها مدة تصل إلى ثماني عشرة ساعة. وفي هذه الحالة سأحتاج إلى «ونش» أو رافعة شوكية على الأقل لنقل الروبوت من المتجر إلى المرج، بدلا من تحميله باليد داخل صندوق السيارة ومن ثم تنزيله أمام البيت. ومن الواضح أن البطارية بذاتها لا تمثل الحل المناسب.

النقيصة الأخرى المؤثرة في أداء الروبوت الذي قص عشب المرج أمام بيتي هي عدم معرفته لكيفية التحرك والتقدم من تلقاء ذاته. فحين ضعفت بطارياته، توقف عن الحركة وأطلق نداء استغاثة حزينا، وقبع منتظرا من ينقذه ويقوده إلى محطة إعادة الشحن.

التنقل والحركة، خصوصا في الهواء الطلق وخارج الغرف المقفلة، يمثلان مشكلة عويصة ليس لها حلول مناسبة تعتمد على انخفاض السعر

وتعددية الأغراض العامة. ففي داخل الغرف المغلقة، تعتبر الجدران والممرات وقطع الأثاث عراقيل وعقبات صعبة. هنا تعمل أجهزة السونار بشكل جيد، وذلك على العكس مما يحدث خارجها، حيث تتنوع الانعكاسات القادمة من الأشجار والمعالم الأخرى تنوعا كبيرا. لدينا الآن روبوتات قادرة على التنقل والتحرك والتجول داخل المنزل بشكل يمكنها من الوصول إلى محطة إعادة الشحن، رغم أن أداءها لا يؤهلها لضمان قيامها بتنظيف المساحة المطلوبة بالكامل.

يمكن اللجوء إلى الأقمار الصناعية التي تحدد المواقع (GPS) من أجل تعيين الموقع التقريبي خارج البيت، وهي تستخدم في أنظمة قيادة السيارات. لكن هذه الأقمار الصناعية تعاني من العديد من النقاط العمياء، خصوصا قرب المباني، حيث تصاب أنظمة القيادة بالتشوش. على أية حال، فهي تستخدم المعلومات التي تملكها عن بنية الطريق، إضافة إلى القراءات من عدادات قياس تسارع الحركة، لاستنتاج وتحديد موقع السيارة المحتمل وهي تتحرك. الأمر الذي يعطي السائق معلومات محدثة ومستمرة عن الموقع المقدر بمعدل خطأ لا يتجاوز في العادة بضعة أمتار. هذه الدقة تعتبر كافية للقيادة، خصوصا عندما يكون هناك شخص في غرفة التحكم يراقب الخارطة ويربطها بكافة الأدلة والمعالم البصرية على الطرق، التي يمكن للسائق رؤيتها بمجرد النظر من نافذة سيارته. على نحو مشابه، تحتاج كافة أنظمة القيادة الأوتوماتيكية التي صممها الباحثون إلى أخذ أدلة ومعالم بصرية من العالم لتحديث معلومات الأقمار الصناعية التي تحدد المواقع، وتقديرات عدادات تزايد السرعة، من أجل التمكن من القيادة دون الخروج عن الطريق. لهذا، من المرجح أن يحتاج روبوت قص العشب إلى رؤية تمكنه من تدعيم نظام القيادة المعتمد على الأقمار الصناعية. بالطبع، سوف تضيف تكلفة نظام الأقمار الصناعية لوحدها خمسين بالمائة على سعر الروبوت الذي أملكه. أما



الشكل 4: يتحرك الروبوت المسير عن بعد، «أي روبوت إل ـ إي»، فوق السطوح المستوية بواسطة ست عجلات على الأرض، كما توجد عجلتان أماميتان لتسهيل عملية صعود وهبوط السلالم. ويمكن لهذه العجلات أيضاً الدفع باتجاه الأسفل، بحيث يستطيع الروبوت الوقوف بوضع مستقيم. وتمتد من وسط جسم الربوت رقبة قصيرة تستطيع رؤية الأشياء الواقعة فوق مستوى سطح الطاولات العادية وذلك من خلال كاميرا بانورامية في أعلى الرأس وجهاز «سونار» تحدد أمواجه الصوتية باستمرار مواقع العقبات والعراقيل التي تعترض سبيله.

إضافة الرؤية فستضاعف التكلفة مرتين أو ثلاث مرات. لكن المشكلة الحقيقية تكمن في افتقارنا حتى الآن إلى أنظمة حسابية للرؤية يمكن الاعتماد عليها حين تعمل في بيئة ذات تنوع طبيعي واسع كتلك التي ستواجه روبوت قص العشب في ضواحي المدن.

إذن، يبدو أن روبوت قص العشب لن يملك ما يكفي من القدرات

التي تمكنه من التحرك والتقدم بكفاءة خلال السنوات العشر القادمة أو نحوها على أقل تقدير. ولربما يمضي عشرون أو ثلاثون عاما قبل العثور على حل لهذه المعضلة. وعلى ما يبدو سوف نظل بحاجة إلى البشر لقيادة الروبوتات نحو محطات إعادة الشحن. إلا أن الخبر السار هو عدم الحاجة لوجود البشر هناك للقيام بذلك.

التحكم و«الحضور» عن البعد

في شهر آب/أغسطس من عام 2000، قمت برحلة خاطفة إلى طوكيو وتايبيه لعرض روبوت جديد صنع في شركتي لأغراض تجارية «أي روبوت - إل إي». كان من المقرر الإعلان عنه في مجلة «وايرد» (Wired)، وأردت أن أقدم لبعض الشركات في الشرق الأقصى معلومات موجزة عن المنتج الجديد.

وصلت إلى مكتب غريب عجيب الطراز، لا يبعد كثيراً عن محطة طوكيو المركزية، وسرت في ممر قبل أن أدخل مكانا يشبه مشهدا أتذكره من فيلم «الاستعادة الكلية» (Total Recall). وجدتني واقفا في دهليز من الفولاذ الذي لا يصدأ، محاطا بجدران وسقوف فولاذية صماء خالية من أية علامات. وصلت نهاية الدهليز لأجد جدارا فولاذيا آخر، انفتح أمامي. دخلت مجمع مكاتب لم أر مثيلا له في اليابان من حيث اختلافه الكلي عن النمط الياباني السائد. فقد كان مشرقا ومهوًّى، يغصّ بألواح الزجاج والفولاذ.

حضر العرض الذي قدمته حوالي عشرين موظفا تنفيذيا. ولم يكن لدي سوى بضع دقائق لوصل حاسبي الشخصي المحمول (laptop) بالإنترنت والدخول إلى موقع الشركة لمعرفة «جدران النار» الأمنية التي تحمي شبكاتها.

لم يتوفر لدي الوقت الكافي لاختبار أي شيء يتجاوز التأكد من قدرتي على الوصول إلى صفحة مستعرض (browser) موقع الويب لشركتي الخاصة «أي روبوت». احتشد الموظفون حولي وعرضت عليهم الشرائح الزجاجية (السلايدات). ضغطت على المؤشر للوصول إلى صفحة المستعرض التي تتطلب كلمة سر لفتحها، وفجأة انتقلت إلى ماساتشوستس.

ظهرت على شاشة العرض أمام الجميع صور فيديو حية آتية من إنسان آلي داخل شقة في مدينة بوسطن. ضغطتُ على نقطة تحكم صغيرة ودورت الكاميرا عموديا وأفقيا. ثم وضعت المؤشر على موقع في الصورة، لتشرف الكاميرا على المكان. ونقلته بعدها إلى بقعة فوق أريكة موجودة في الغرفة. دارت الكاميرا لكنها توقفت عند موقع معين، مشيرة إلى عدم إمكانية الوصول إلى هناك بواسطة التحكم بها من هنا. كانت الكاميرا منصوبة على رأس ساق خارجة من روبوت يشبه ذاك المبين في الشكل 4. في طوكيو، أمكننا سماع أزيز تروس الروبوت وهي تتحرك. ونظرا لأن الوقت قد قارب الأصيل في طوكيو، فإن الساعة ناهزت الثانية صباحا في بوسطن، وعلى أية حال، كانت الشقة مخصصة لعرض كهذا، ولذلك لم يكن يوجد أحد فيها. ولو وجدت شخصا هناك لتبادلت الحديث معه ونظرت إليه وجها لوجه. كنت «حاضرا» عن بعد، أي أنني «داخل» روبوت مسيّر عن بعد يقع في الطرف الأخر من الكرة الأرضية.

في شهر أكتوبر/تشرين الأول من عام 1998، شاركت في مؤتمر انعقد حول علم الآليات في «مدينة تسوكوبا العلمية» في اليابان. رأيت خلال الجلسات شريط فيديو يظهر تجربة للحضور عن بعد. فقد تجمع حوالي عشرة مهندسين في اليابان حول محطة تحكم. وكانوا على اتصال (بالهاتف) مع جماعة مؤلفة من حوالي عشرة مهندسين آخرين موجودين في بيتزا

بإيطاليا، تجمعوا حول روبوت متحرك. ونظرا لأن كافة الباحثين اليابانيين قد شاركوا في تركيب الأجزاء المعقدة من برنامج الحاسب الإلكتروني، فقد تمكنوا من الإشراف على/ وإرسال الأوامر إلى الروبوت الإيطالي للقيام ببعض الحركات البسيطة. ثم تعالت صيحات التهليل والفرح حين سار كل شيء على ما يرام.

الآن، وقبل مرور أقل من عامين اثنين، لم يعد التحكم/ الحضور عن بعد يتطلب وجود مهندسين مؤهلين، ولا هتاف ولا تهليل. فبمقدوري الدخول إلى أي روبوت تجاري متوفر في أي مكان في العالم، ودفعه لأن يفعل ما أريد. والأهم من كل ذلك أنني لا أحتاج إلى برنامج حاسوبي خاص في موقعي، بل مجرد موقع معياري على الويب.

لم أكن أقود الروبوت كما أفعل بعصا التحكم بألعاب الفيديو. بل كنت أعطيه أوامر «إشرافية» حية على مستوى عال، أخبره فيها عما أريد منه أن يفعل، مع أخذ التفاصيل الدقيقة بعين الاعتبار. وحين آمره بالتوجه إلى مكان معين، فإنه يحرص على تجنب أية عقبات تعترض سبيله باستخدام جهاز مسح يعمل بالأمواج الصوتية للحصول على معلومات حديثة تتعلق بموقعها. وحين أخبرته بأن يرفع بصره إلى مستوى سطح المنضدة الموجودة أمامه، مد عنقه ليرى الأشياء المتواجدة على ذلك الارتفاع. وحين أمرته بالصعود على السلم، أخذ باعتباره كافة التفاصيل، واكتشف الجدران الجانبية بجهاز «السونار» الموجود عليه، واهتم بزاوية الانحراف والانحدار وهو ينزلق صعدا على الدرجات.

لن تنجح عملية التحكم بروبوت كهذا بواسطة عصا التحكم بألعاب الفيديو، لأن البطء الذي يسببه الفارق الزمني على الانترنت سرعان ما يربك ويشوش كل من يحاول القيام بذلك. وهذا ما أظهره توم شيريدان قبل

سنوات في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا حين جرب مع البشر التحكم عن بعد بالروبوتات التي تتعامل مع المواد النووية. وإذا ما تجاوزت الفترة الزمنية الفاصلة بين إصدار الأمر وتنفيذه والتغذية الإرجاعية (= التأخير الزمني بين تغيرات الدخل وتغيرات الخرج) إلى الشخص الآمر نصف ثانية، لن يتمكن هذا من متابعة تنفيذ من أمر به. فإن أصدر أمراً للروبوت بالانعطاف إلى اليمين مثلا، ولم يجد استجابة، فإنه سيشدد على ذلك مرة أخرى. وحالما يجد أنه ينعطف إلى اليمين، يبدأ بتوجيهه نحو اليسار، وحين لا يتلقى استجابة فورية يشدد على الانعطاف نحو اليسار. وقبل أن يعرف ما حدث يكون الروبوت قد بدأ التأرجح ذات اليمين وذات الشمال، والتحرك إلى الأمام وإلى الخلف، لذلك سيبذل جهدا كبيرا لمعاودة السيطرة عليه. لكنه حين يأخذ الأمر بروية وهدوء فإن العملية ستسير على خير ما يرام. وبالرغم من معرفة هذه المعلومة، فليس بمقدور حتى أكثر المشغلين تدريبا ومهارة التحكم بنظام يعاني من معدل كمون كبير - أي فترة زمنية طويلة تفصل بين إصدار الأمر ورؤية تنفيذه (أو رحلة الإشارات ذهابا وإيابا).

تعاني الانترنت من فترة كمون وانتظار، خصوصا حين تستخدم الشبكة في الأماكن النائية. فسرعة إرسال الأوامر لن تتجاوز سرعة الضوء، وقد تصل إلى هدفها عن طريق لواقط الأقمار السابحة في الفضاء. وسرعان ما يتراكم زمن رحلة الإشارات ليبلغ بضعة أعشار من الثانية. علاوة على ذلك، تحتاج الأوامر وعودة صور الفيديو إلى المرور عبر العديد من كمبيوترات التبديل خلال رحلتها. وكل مرحلة على الطريق تفاقم مدة التأخير، وسرعان ما يمر زمن الكمون/الانتظار ليصبح من المستحيل بأية طريقة ثابتة السيطرة على الروبوت بواسطة العصا المستخدمة في التحكم بألعاب الفيديو.

لهذا السبب لا يمكن التحكم عن بعد بالربوتات إلا بأسلوب إشرافي

حي. لكن تبين أن ذلك يمثل ملمحا وليس عثرة. فمن خلال ترك الروبوت يتعامل مع كافة القرارات المحلية، يقل الحمل المعرفي على المشغل الذي يحاول التحكم به عن بعد. وهو أمر أكثر سهولة من قيادة السيارات، كما يمكن القيام بمهمة أخرى في ذات الوقت. فالروبوت يعنى بنفسه بسلامته وسلامة أولئك المتواجدين حوله.

لو كان بالمستطاع التحكم عن بعد بروبوت قص العشب الذي اشتريته لكان أكثر كفاءة وفاعلية. كان بإمكاني تجهيزه لأداء المهمة في الصباح قبل التوجه إلى العمل. وبعد ساعتين يمكنني الاتصال بالروبوت و«جسده». صحيح أنني سأكون في العمل، لكن من خلال موقعي على الويب سأشعر بأنني داخل الروبوت، تماماً مثل شعورنا حين نقود سيارة «الفورميولا 1» في لعبة الفيديو. ومن ثم أستطيع قيادته وتوجيهه إلى محطة إعادة الشحن من مكتبي في العمل وأنسى كل شيء عنه إلى ما بعد تناول طعام الغداء. وأشغله مرة أخرى لينطلق إلى المرج لتنظيف الممرات. ولربما أستطيع قيادته وإعادته إلى مكمنه في الحديقة عند الأصيل قبل أن يحل الظلام ويمنعني من الرؤية.

مع هذا الروبوت الجديد المطور لقص العشب يتقلص الجهد المفروض أن أبذله في المنزل إلى درجة الصفر. بل يمكنني أن أقص العشب في المرج المحيط بالمنزل وأنا أمضي إجازتي في أستراليا، وذلك عبر وصل العملية بالانترنت لمدة ثمان دقائق.

كم يبلغ عرض حزمة التردد التي تحتاجها هذه العملية من خارج المنزل؟ يشعر الباحثون بالقلق حتى الآن حول عرض حزمة التردد الذي يمكن أن يدخل البيت بحيث يستطيع سكانه الوصول بسهولة إلى الانترنت والفيديو. ومع التحكم عن بعد، والسيطرة على الروبوت في المنزل، يتم قلب المعادلة. إذ يصبح الروبوت هو مخدم الويب (في الحقيقة يحمل «أي روبوت - إل إي» على متنه صندوق «لينوكس» لضمان تشغيل «مخدم الويب

أباشي»)[1]. في شركة «أي روبوت» حددنا كل التصميمات التي وضعناها بحيث لا يتجاوز عرض الحزمة الخارجة من المنزل ما يمكن الوصول إليه عموما بواسطة خط المشترك الرقمي (DSL)، أي 300 ألف بت/ ثا. وهذا أبطأ مما يمكن الوصول إليه بالمودمات الكبلية، لكنه أسرع من مودم الهاتف، أو «الشبكة الرقمية للخدمات المتكاملة» (ISDN). ويمكن للمرء أن يثق بأن اقتصاد الويب سوف يدفع الناس إلى استخدام عرض حزم تردد أكبر وأكبر إلى داخل وخارج منازلهم، لكن ما يستطيع المستهلكون في الولايات المتحدة شراءه الآن مع رسم شهري منخفض يعتبر كافيا بالنسبة للتحكم بالروبوتات عن بعد. ومما لا شك فيه مع توفر المزيد من عرض حزمة التردد، فلسوف يخرج الناس بأفكار جديدة حول عملية التحكم عن بعد التي ستفيد من عرض الحزمة هذا.

مستقبل العمل

سنعرض الآن بعض التوقعات حول «التطبيق القاتل» (killer app) لانتشار وذيوع التحكم بالروبوتات عن بعد في المستقبل القريب. يمكن للعمل المادي/ الفيزيائي/ الجسدي أن يتم عن بعد من أي مكان في العالم. أما مضامين ذلك فسوف تكون بالغة الأثر على الاقتصاد العالمي.

---

1. في البداية، تم تطوير «مخدم الويب أباشي» (Apache Web server) في مختبر الذكاء الاصطناعي التابع لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا على يد روبرت تاو. فقد شعر روبرت بالضيق من حقيقة أن نظام متابعة بورصة الأوراق المالية من المنزل الذي وضعه مارك تورنس (وهو أحد خريجي المختبر) يعيق أداء مخدم الويب «الشرعي» الذي نستخدمه. ولذلك بدأ بـ«بترميم» مخدم الويب الخاص بنا، وفي نهاية المطاف استبدله كله بسلسلة من البرامج المرممة. في هذه الأثناء، اشتهر موقع البورصة الذي أقامه مارك إلى حد اضطررنا فيه إلى الخروج بخطة لتحويلة إلى موقع خاص (StockMaster.com) تم بيعه فيما بعد إلى «ريد هيرنغ».

المكان الأول الذي يمكن فيه للتحكم بالروبوتات عن بعد أن يصبح أمراً شائعا هو اليابان، وفي الحقيقة فإن الحكومة اليابانية تمول البحث العلمي المتطور في هذا المجال. كما تملك البلاد توليفة فريدة من العوامل التي تتواشج بطريقة يحتمل أن تجعل من ذلك السبيل الوحيد لحل بعض المشكلات التي ستلوح في أفق سنوات العقود القليلة القادمة. أما العوامل التي تتجمع وتحتم استخدام مثل هذه التقانة في اليابان فهي مقاومة الهجرة المتزايدة، وانخفاض معدل الولادات، وازدياد عدد السكان المسنين (بفضل المستويات المتقدمة من الرعاية الصحية).

يتميز السكان في اليابان بأنهم أكثر نقاء من الناحية الإثنية من كافة الدول المتقدمة. إذ تبلغ نسبة اليابانيين «الأقحاء» 99٪ من مجمل عدد السكان، أي أن نسبة الأجانب من ذوي الأصول العرقية الأخرى لا تتجاوز 1٪. وهذا الجزء الصغير يشمل السكان الأصليين (اينو) الذين يقطنون الجزر الشمالية، إضافة إلى الغربيين، وخمسة أجيال من الكوريين الذين عاشوا، وعملوا، وتزوجوا، وولدوا في اليابان. من الصعب جداً بالنسبة للأجنبي أن يصبح مواطنا يابانيا، ولذلك فإن «الداخل» هو المصدر الوحيد لنمو السكان والعمال الجدد، وليس «الخارج» (عن طريق الهجرة) كما هي الحال في أمريكا الشمالية وأوروبا وأستراليا.

يبدو أن معدل الولادات في اليابان هو الأكثر انخفاضا في العالم (تتبعها إيطاليا)، حيث يبلغ المتوسط الحالي 1،3 ولادة لكل امرأة طيلة العمر. وهو معدل لا يكفي كما يبدو واضحا للحفاظ على عدد السكان الذي يشهد انخفاضا منذ عام 1950 (حين بلغ 3،5 ولادة). وتتفق كافة التقديرات المستقبلية على أن المعدل لن يعود إلى الرقم الضروري للحفاظ على عدد السكان اليابانيين (2،0 ولادة) في أي وقت قبل عام 2050.

ما كان لأي من هاتين الحقيقتين أن تمثل مشكلة بالنسبة لليابان لو كان معدل العمر المتوقع فيها منخفضا، لكن لحسن حظ أفراد الشعب الياباني، ونتيجة لثراء الدولة والنظام الصحي الممتاز، فإن العمر الوسطي المتوقع لهم هو الأعلى تقريباً في العالم. فهو يتجاوز الحادية والثمانين بالنسبة للنساء وخمسة وسبعين بالنسبة للرجال. الأمر الذي يعني، حين ينضاف إلى معدل الولادات المنخفض، أن في اليابان أكبر نسبة من السكان المعمرين مقارنة بأي بلد أخر. في عام 2000، وصلت نسبة اليابانيين الذي بلغوا سن الستين أو تجاوزوه 24٪، في حين لم تصل نسبة الذين لم يبلغوا العشرين 11٪. بالمقارنة مع 11٪ و29٪ على التوالي في كوريا الجنوبية، وهي دولة صناعية أخرى في المنطقة ذاتها. لكن المعدلات اليابانية تبدو أكثر شذوذا بالمقارنة مع الدول الآسيوية الكبيرة الأخرى، حيث وصلت نسبة الذين بلغوا سن الستين أو تجاوزه في الصين 12٪ من عدد السكان، وبلغت نسبة الذين هم تحت العشرين 31٪. في حين كانت النسبتان في إندونيسيا 7٪ و 41٪ على التوالي.

هذه النسبة المرتفعة من السكان المسنين تجسد مشكلة محيرة لليابان. فتبعا لحامد فاروقي ومارتن موهليسن من صندوق النقد الدولي (IMF)، سوف يكون في اليابان بحلول العام 2025 اثنان من العاملين (الذين تتراوح أعمارهم بين 20–64) مقابل كل متقاعد (في الخامسة والستين أو أكبر). الأمر الذي يعني أن العاملين الأصغر سنا سوف يحتاجون إلى إعالة عدد أكبر من الأشخاص مقارنة بالعدد الحالي، ولسوف تتفاقم المشكلة في العقود التالية لعام 2025.

من المؤكد أن هنالك نزعات مشابهة بين سكان الدول الغنية الأخرى، لكنها ليست على نفس القدر من الحدة. ويتوقع «صندوق النقد الدولي»

وجود ثلاثة من العاملين مقابل كل متقاعد في الولايات المتحدة، وكندا، وألمانيا، والمملكة المتحدة خلال نفس الفترة الزمنية، في حين سيبلغ العدد 2،5 عاملا مقابل كل متقاعد في فرنسا وإيطاليا.

اليابانيون شعب عجوز، وليس في البلاد ما يكفي من الشباب لشغل الوظائف الدنيا. وأول ميدان ظهر فيه ذلك هو الزراعة، سيما وأن غالبية الأراضي الزراعية اليابانية صغيرة المساحة وتتوضع على منحدرات التلال، وهو شكل من الأراضي لا يتلاءم مع المكننة. الآن، بدأ النقص يتبدى للعيان في قطاع البناء، والأهم من ذلك في ميدان الرعاية الصحية والتمريض. ومع تقدم اليابانيين في العمر سوف تزداد متطلبات الخدمات الشخصية اللازمة لمساعدة كبار السن والعجزة بسبب الشيخوخة. صحيح أن الياباني يعيش عمرا مديدا لكنه لن يجد من يعتني به في أرذل العمر.

تواجه الدول الغنية الأخرى مشكلات مشابهة، لكنها تتبع حلولا مختلفة. فهي تستورد اليد العاملة الرخيصة. في الولايات المتحدة مثلا، تعتمد الزراعة اعتمادا كبيرا على العمال المهاجرين من المكسيك. وحتى صناعات التقانة المتقدمة تعتمد على اليد العاملة المهاجرة، وقد أثبت ذلك ما مارسته شركات «وادي السيليكون» من ضغوط على الكونغرس في عامي 2000 و2001 من أجل زيادة عدد تأشيرات الدخول إلى الولايات المتحدة (H-1)، التي تسمح للعاملين المهرة والمؤهلين بالقدوم من دول مثل الهند والصين، والعمل في مجال التقانة المتقدمة الذي لا يزال مزدهرا في الولايات المتحدة. أما في أوروبا فإن الحل لمشكلة العمالة يتمثل في العمال القادمين من تركيا، وشمال أفريقيا، ويوغسلافيا السابقة، إضافة إلى العمال المتخصصين في ميدان التقانة المتقدمة من الهند والصين.

لا يشكل العمال الأجانب سوى نسبة 0،1٪ من إجمالي قوة العمل في اليابان. أما في الولايات المتحدة فتقفز إلى 10٪، بينما لا تتجاوز في أوروبا 5٪.

يتوجب على اليابان البحث في اتجاه آخر عن حل مناسب لمشكلة العمالة لديها. الحكومة تتطلع إلى الإنسان الآلي، حيث قامت وزارة التجارة والصناعة الدولية بتشجيع تطوير «الروبوتات الصديقة»، أي تلك التي يمكن أن تتفاعل مع الناس في الأماكن الضيقة والمزدحمة. العمل يتقدم بصورة جيدة، لكن ببطء. إذ إن هنالك قلقا حقيقيا من أن إخفاق الروبوتات المستقلة ذاتيا في امتلاك ما يكفي من الكفاءة والتطور بالسرعة المطلوبة لتلبية حاجات المجتمع الياباني. وفي سبيل تدعيم ذكاء الروبوتات، اقترح العديد من المتخصصين السيطرة على هذه الروبوتات بواسطة شخص يتحكم بموصل إطاري، لكن ذلك لا يحل فعلا مشكل العمل ونقص اليد العاملة، إلا إذا كان هذا الشخص المتحكم بدار للعجزة في اليابان لا يتواجد في اليابان.

يوفر التحكم عن بعد طريقة مناسبة للخروج من مشكلة اليابان المحيرة: «نعم للعمل الأجنبي، لا للعمال الأجانب». ولن تتخلف عن الركب كثيراً لا الولايات المتحدة ولا أوروبا. فلسوف يلجأ كل منهما أيضاً إلى استيراد العمل المادي/الجسدي من خلال استئجار عقول العمال في الدول الأجنبية، عقول ستصبح بمثابة الأدوات المشرفة على/ والمتحكمة بالروبوتات بعد أن تخترق الحدود الفاصلة بين دول العالم.

كيف نصل إلى الهدف؟

ما الذي يمكن فعله اليوم بالروبوتات المسيّرة عن بعد، وذلك بغض النظر عن المستقبل؟ الجواب مفتوح وغني بالاحتمالات والمفاجآت، وإن توضحت منذ الآن كيفية تطبيق بعض الخطوات القليلة الأولى باتجاه الاقتصاد العالمي الجديد. أما التفاصيل الكامنة فيما وراء ذلك فهي عصية على التنبؤ والتوقع، نظرا لارتباطها بتقانة مهددة سوف توقع الفوضى بسرعة بكل النماذج المعيارية التي يتبناها الناس. لسوف تأتي الابتكارات الإبداعية من

كافة المصادر والجهات: بدءا بالطلاب الذين تركوا الدراسة في الجامعة وهم في التاسعة عشرة من العمر، مرورا بالخبراء والعلماء في شركات الاقتصاد القديمة، وصولا إلى أولئك المنعزلين في أقصى أركان المعمورة، وذلك بطرائق لا يمكن توقعها أو التنبؤ بها .

أما السؤال الأول فهو: ما هي المجالات الصالحة لاستخدام الروبوتات المسيرة عن بعد، اليوم، بل في هذه اللحظة؟ فإذا لم يكن لها منفعة لن يشتريها الناس، وبالتالي فإن اقتصادات الحجم الكبير الضرورية لتغيير الأسلوب الذي يتبناه العالم لن تملك أبداً موطئ قدم لها.

المستهلكون المولعون بالابتكارات الجديدة يشترون منذ الآن الروبوتات المسيرة عن بعد لاستخدامها في منازلهم. فهنالك العديد من الاستخدامات البسيطة لها اعتماد على قدراتها الحالية. ومن غير المرجح أن يبرر أي من هذه الاستخدامات تكلفتها المالية - فاستخدامها ذاته، وليس سعرها، هو الذي يجذب المشتري إليها.

على سبيل المثال، أنت تقود سيارتك إلى العمل، ولا تستطيع أن تتذكر ما إذا كنت قد أطفأت موقد الغاز أم لا عندما استعجلت الخروج هذا الصباح حتى لا تتأخر. يظل الهاجس يؤرقك. هل تعود إلى المنزل لتتأكد؟ لا حاجة اليوم لذلك! فحين تصل إلى مكان العمل، يمكنك أن تفتح فورا جهاز الكمبيوتر (وهو أول أو ثاني شيء تفعله كل صباح على أية حال) وتتصل بالروبوت المسير عن بعد في منزلك. ستظهر لك على زاوية الشاشة خارطة صممها الروبوت لمنزلك اعتمادا على الموجات الصوتية، في حين تملأ مركزها صورة حية للبيت تبثها الكاميرا المحمولة على الروبوت. تضغط مؤشر «الفأرة» على موقع المطبخ على الخارطة، وينطلق الروبوت إلى هناك. وحين يدخل المطبخ، يمكنك أن ترى الموقد وتضغط المؤشر عليه. سيتجه

الروبوت نحوه، وسرعان ما سيغطي باب فرن الموقد صورة الكاميرا. تضغط بالمؤشر على «أيقونة» الروبوت كي يمد عنقه إلى أعلى موقع وسيظهر لك السطح العلوي للموقد. تضغط على «أيقونة» تدوير الكاميرا لتحصل على منظر قريب، ثم تتنهد بارتياح. لقد كان الموقد مغلقا. تضغط الآن على زر «عد إلى مكانك»، وتنهي الاتصال. سوف يحرص الروبوت المسير عن بعد في منزلك على العودة بنفسه إلى محطة الشحن.

ذلك هو السيناريو الذي يجري اليوم. يمكنك القيام بذلك الآن. بعد بضعة أعوام قليلة سوف تتحسن الأمور. في أوروبا، ومع ظهور هواتف G3 إلى حيز الوجود، سوف تتمكن من القيام بذلك من هاتفك الخليوي، بما في ذلك رؤية الصور والضغط بالمؤشر عليها. فحين «تهجس» بما إذا كنت قد أغلقت موقد الغاز أم لا، سوف تتوقف على جانب الطريق، إذا كنت تقود سيارتك الخاصة، أو تتابع الرحلة إذا كنت تركب الحافلة أو المترو، وتقوم بتوجيه روبوت المنزل إلى الموقع المرغوب لتراه بأم عينك وتتأكد بنفسك. لكن لسوء الحظ، سوف تحتاج هواتف G3 إلى بعض الوقت قبل دخولها الولايات المتحدة.

في هذه الأثناء، سوف تظهر أجيال جديدة من روبوتات المنازل المسيرة عن بعد، وأجهزة مصممة لتطوير وتكييف وتعديل الجيل الحالي من الروبوتات. وهذه ستزودها بأذرع ميكانيكية بسيطة، تتمكن بها قبل مرور وقت طويل من إغلاق موقد الغاز ـ مثلاً ـ إذا حدث ونسيته قبل أن تغادر المنزل.

هنالك بالطبع تقانة منافسة لأداء هذه المهمة المحددة. ففي وقت قريب ستعرض الشركات مواقد تعمل عبر شبكة الانترنت. فإن اشتريت واحدا منها فسوف تتمكن بشكل مباشر من التحكم به والتأكد منه من خلال موقعك على الويب دونما حاجة لروبوت يعمل كوسيط. لكن تطبيق هذه الاستراتيجية

يحتاج إلى استبدال الموقد الموجود لديك، وهو أمر قد لا يحدث إلا مرة كل عشرين عاما بالنسبة لمعظم الناس. على نحو مشابه، لسوف تحتاج إلى استبدال كافة الأدوات المنزلية الأخرى في بيتك، إضافة إلى أزرار الإنارة وغيرها للحصول على تحكم كامل بها عبر الانترنت. كما أن الحيوانات الأليفة في المنزل تمثل تحديا خاصا أمام متابعتها عبر الشبكة الإلكترونية، رغم أن ذلك سيتحقق في نهاية المطاف كما سنرى في الفصل العاشر. في هذه الأثناء، سوف تتمكن بواسطة الروبوت المسير عن بعد من الاطمئنان على حيواناتك الأليفة في المنزل وأنت موجود في العمل، وإطعامها، وحتى رعايتها حين تقضي إجازتك بعيدا عن المدينة. إن الروبوت يمثل استثمارا مفردا - لا يبعثر أموالك - وقادرا على أتمتة بيتك برمته، كما يمكنك حمله معك حين تنتقل إلى بيت آخر «غير مؤتمت»، بغض النظر عما إذا كنت قد اشتريته أو استأجرته.

إن كنت تملك بيتا ثانيا فلسوف يجسد الروبوت المسير عن بعد طريقة مناسبة لمراقبته من بيتك الأول. وحين تسمع بأن عاصفة قد هبت على المنطقة، سوف تتمكن من إطلاق الروبوت والتحقق من وضع المنزل، دون أن تضطر للسفر ثلاث ساعات في عطلة نهاية الأسبوع التالية للتأكد من عدم حدوث أضرار فيه. وسوف تكون قادرا على توجيه الروبوت ودفعه للصعود إلى الطابق الأول أو الثاني من المنزل، والتحقق من إغلاق كافة النوافذ والأبواب، والتأكد من أن كل شيء في وضع آمن وطبيعي.

الأمن من الأمور الهامة في بيتك. والعديد من الناس لديهم أجهزة إنذار. أحيانا، قد يتصل بك الجيران إلى العمل ليقولوا إن أجراس الإنذار ترن في بيتك. وستجد أن أمام شركة الأمن خيارين: إما عدم فعل أي شيء على الإطلاق، أو إبلاغ الشرطة. وإذا ما تكرر ذهاب الشرطة إلى منزلك بسبب الإنذارات الكاذبة، فإنها سوف تتردد في الذهاب إليه مرة أخرى، أو

تفرض عليك بعض الغرامات. أما مع روبوت مسير عن بعد في منزلك، فلسوف تتمكن بسرعة من تفقد كافة الغرف، وليس مجرد غرفة واحدة ربما تكون قد نصبت فيها كاميرا موقع الويب. وستتمكن آنئذ من اتخاذ القرار المناسب بكل ثقة، ولن تضطر على الأرجح لأن تهرول لاهثاً ملهوفاً إلى المنزل في منتصف النهار لتتفقد حالته.

في بعض الأحيان قد يصبح من الضروري مراقبة جليسة الأطفال في بيتك. ومع وجود روبوت مسير عن بعد في منزلك تستطيع «روبوتيّا» التجول في أرجائه ساعة تشاء وأنت تمضي الأمسية خارجه بصحبة زوجتك، وإلقاء التحية على الجليسة والطفل في آن معا حين يسير كل شيء على ما يرام. أما إذا دعتك ظروف العمل لقضاء الليل خارج البيت، فيمكنك تبادل الحديث مع أطفالك قبل ذهابهم إلى النوم - صحيح أن ذلك لن يعوضهم عن وجودك شخصيا أمامهم، لكنها طريقة أفضل بكثير من مجرد الاتصال بهم بالهاتف، خصوصا في حالة وجود أطفال صغار السن. وبعد عودة الأولاد من المدرسة، سيوفر لك الروبوت المسير عن بعد مزيداً من الاتصال الأبوي الحميم معهم، ولولا ذلك سوف يقضون ثلاث ساعات أو نحوها من دون وجود أي شخص بالغ يشرف عليهم.

لن يقتصر استخدام الروبوتات على «أخيار» الناس وحدهم، بل سيتزايد عدد «أشرارهم» القادرين على شرائها اليوم من أجل التجسس على الجيران. فالعديد من مباني الشقق السكنية الضخمة في نيويورك وشيكاغو مزودة بقنوات تلفزيونية متصلة بالأنظمة الكبلية، وهي عبارة عن كاميرات منصوبة في بهو المبنى تبث للسكان بسرعة صورة حية لكل من يدخل إلى المبنى أو يخرج منه. تبين أن هذه القنوات تظل مفتوحة معظم الوقت، وتحظى بأكبر عدد من المشاهدين المتلهفين لمعرفة حركات الآخرين وسكناتهم. وفي

الواقع فإن الروبوت المسير عن بعد أيضاً يسمح لسكان المدن بالانخراط في مثل هذه الأنشطة «التجسسية» الأنثروبولوجية لمراقبة بعضهم بعضا.

تمكن بعض الباحثين، مثل كريس ستوفر، خريج مختبر الذكاء الاصطناعي التابع لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، من تطوير برامج رؤية كمبيوترية يمكنها مراقبة مشهد ما لمدة بضع ساعات ومعرفة ما هو طبيعي وغير طبيعي فيه. النظام يلاحظ الحركة في المشهد، ويتكيف بسرعة مع تمايل أغصان الشجر بفعل النسيم ويتجاهل هذه الحركة باعتبارها غير ناشطة. وحين يراقب شارعا يضج بالحركة، فإنه سرعان ما يتكيف معه ومع السيارات التي تعبره، أما حين يلحظ مرور شاحنة ضخمة تسير على ثماني عشرة عجلة فإنه يشير إليها باعتبارها جسما أكبر من المألوف. أو إن كان يراقب منزلا فسوف يلاحظ متى يدخل إليه أو يخرج منه أحد.

ليس من المستبعد قيام أحد البائعين في المستقبل القريب بعرض روبوت مسير عن بعد باسم «الجاسوس». وبعد أن يشتريه صاحبه سيتركه في البيت ويذهب إلى عمله كالمعتاد. لكن حالما يصل إلى مكتبه سوف يوجه الروبوت نحو نافذة المنزل ويأمره بأن يمد عنقه ويركز «بصره» على بيت الجيران المقابل. وبعد ساعة أو نحوها تصله الرسالة من روبوت المنزل: «هنالك شيء ما يحدث عندهم». ثم يحول صفحة الويب في حاسبه إلى كاميرا التجسس، ويكتشف الحقيقة. أجل، لقد اشترى الجيران أريكة جديدة!

لنفكر الآن لوهلة بجدك وجدتك. يمكن استخدام الروبوت المسير عن بعد في منزلهما بعدة طرق لضمان التأكد من سلامتهما في حالة عدم وجود من يقوم برعايتهما. الطريقة المباشرة تتمثل في الاتصال بهما - عن طريق الروبوت - في ساعة معينة كل يوم. فإن تلقيت وأنت في مكانك البعيد الضوء الأخضر منهما لتشغيل الروبوت فهذا يعني أنهما على خير ما يرام. أما

إن لم تتلق ردا على الاتصال، فيمكنك تشغيل الروبوت والتحقق من الأمر – فلربما خرجا من المنزل في نزهة، وسوف يردان على الاتصال عند عودتهما. لكن في حالة حدوث مشكلة خطيرة يمكنك اكتشاف الأمر عن طريق الروبوت وطلب المساعدة. في حالة الأسر المكونة من أفراد مسنين، يمكن أيضاً تعيين شخص جديد كل يوم للتحكم بالروبوت المنزلي عن بعد. فإن وَجد المراقب أن كل شيء يسير على ما يرام، يمكنه لقاء هؤلاء الشيوخ والمسنين «عن بعد» والتحدث معهم والاطمئنان عن صحتهم. أما حين يلازم أحدهم السرير، فيمكن للمتحكم بالروبوت عن بعد توجيهه إلى غرفة النوم، وزيارة المريض هناك. وربما ينزل الروبوت بعد ذلك لبث صورة عن الزهور والورود التي ترعاها الزوجة. كما يمكن إدخال بعض التنويعات على الروبوت «الجاسوس» بحيث يستطيع تنبيهك وأنت في العمل إذا حدثت مشكلة في بيت أقربائك المسنين، من خلال رسالة فورية، أو عبر جهاز «البيجر»، أو البريد الإلكتروني. وحين تتصل ولا تتلق ردا، يمكنك استخدام الروبوت المسير عن بعد للتحقق بعينيك وأذنيك من الوضع الفعلي.

مشاهدة الأزهار التي تزرعها وترعاها جدتك تمثل احتمالا آخر لاستخدام الروبوت المسير عن بعد. فقد تجسد أحد استخدامات الانترنت في تشكيل جماعات من الناس تربطها اهتمامات وهوايات مشتركة (يعتبر ذلك من الأمور العادية الآن، لكنه أدهش الناس في البداية). تناقش هذه الجماعات تشكيلة واسعة من المواضيع، بدءا بطرازات السيارات القديمة، مرورا بالنماذج المصغرة للقطارات، وانتهاء بهواية جمع التحف الخزفية. هنالك نزوع طبيعي يدفع الناس إلى التجمع معا ومناقشة اهتماماتهم المشتركة. في حين عمل الكاميرات الرقمية حالياً وإمكانية تحميل الصور على جهاز الكمبيوتر المنزلي على إغناء هذا النقاش. حيث يمكن للأعضاء تبادل الصور الفوتوغرافية للتحف والمقتنيات المهمة التي يملكونها، وبمساعدة

كاميرا الويب يمكنهم التفاعل معا بشكل حي ومباشر. كما سيتوسع هذا المجال مع ظهور الروبوت المسير عن بعد.

في النوادي التقليدية التي يهتم أعضاؤها بشؤون البستنة والحدائق، يتناوب هؤلاء على استضافة بعضهم بعضا في البيوت لاستعراض حدائقهم. في العادة، يقيم كافة الأعضاء في نفس المنطقة، لأن الانتقال إليها من حي آخر يسبب لهم مشقة كبيرة. لكن مع الروبوت المسير عن بعد يمكن لنوادي تنظيم الحدائق والبستنة أن تضم أعضاء من كل أنحاء المعمورة. وطالما يملك المضيف في الاجتماع المحدد أحد الروبوتات المسيرة عن بعد، يستطيع كافة الأعضاء المشاركة في توجيهه كل حسب دوره، ثم التجول عبر الحديقة ومشاهدة النباتات والأزهار من الزاوية التي يرغبونها، في حين يشاركون في النقاش مع المضيف ومع بعضهم بعضا. وهكذا، سوف يسمع الأعضاء ويشاهدون ما يسمعه ويشاهده الروبوت بالضبط، ويستطيعون إضافة ملاحظاتهم وتعليقاتهم على ما يقوله.

لا تمثل نوادي البستنة سوى واحد من الاحتمالات اللامحدودة. فهنالك الكثير من الأفكار الغنية والقدرات المبدعة والتطلعات الواعدة، ولسوف يسارع الناس في كل مكان إلى اكتشاف طرائق جديدة وغير متوقعة لزيادة التفاعل الاجتماعي فيما بينهم عبر مجالات واسعة لم تكن ممكنة من قبل.

علاوة على هذه الاستخدامات المنزلية هنالك أيضاً الاستخدامات الممكنة في ميدان التجارة والأعمال. ففي شركتي الخاصة نستخدم الروبوتات الآن بدلا من السفر وعقد المؤتمرات. ونظرا لكون أنشطة الشركة تمتد على مساحة ثلاث ولايات، هنالك العديد من اللقاءات الهندسية التي تشمل مؤتمرات تعقد عبر الأقمار الصناعية أو من خلال أفلام الفيديو. لكن المؤتمرين المشاركين فيها يعرفون بأن هنالك بعض القيود التي تعرقل

نشاطهم، وأن أولئك الذين لا يتواجدون في قاعة المؤتمرات يختلفون عن أولئك الحاضرين. فهم أقل صلة بما يحدث مقارنة بالحاضرين شخصيا. فالاتصال من خلال الإشارات والإيماءات يحدث بين المتواجدين في نفس القاعة - رفع الحاجبين، الإشارة بسبابة اليد، الإيماء بالرأس، تبادل النظرات، تنقل جميعاً مستويات إضافية من التفاعل ليست متاحة لغير الحاضرين شخصيا والمتواجدين على الطرف الآخر من الخط، بغض النظر عما إذا كان خط هاتف، أو اتصالا عن طريق الفيديو.

في مرحلة مبكرة من تطوير «أي روبوت - إل إي»، كنا على وشك عقد مؤتمر «عن بعد» يشارك فيه مهندسون في ماساتشوستس ومهندس من نيوهامبشير. في قاعة اجتماعات ماساتشوستس، تم تجهيز نموذج مبكر جداً من أحد الروبوتات المسيرة عن بعد قبل انعقاد المؤتمر. كان هذا الروبوت «هو» المهندس من نيوهامبشير. أو على الأقل استطاع المهندس توجيهه والتحكم به عن بعد من موقعه في غرانيت ستيت. ومع تقدم أعمال المؤتمر، استطاع «تود» التحدث مع المهندسين الآخرين، والالتفات إليهم، وجذب انتباههم إليه، والتنقل هنا وهناك، وتتبع المجموعة حين ذهب أفرادها إلى الغرفة المجاورة لمعاينة أحد النماذج. كان المهندس البعيد «موجودا» في قاعة المؤتمر، وكانت مشاركته أكثر فاعلية ونشاطا مقارنة باستخدامه نظام المشاركة من بعيد عن طريق الفيديو. لا شيء يعادل حضورك شخصيا، إلا إذا حضرت فعلا (عن بعد) دون أن تسافر إلى هناك! هذا الحضور «عن بعد» يعطيك أفضل مزايا المكانين.

السنوات القليلة القادمة

سوف يتطلب الأمر إدخال بعض التعديلات الطفيفة على الروبوتات المسيرة عن بعد، الأكبر حجما والمعروضة حالياً للبيع، علاوة على بعض

الإضافات الثانوية على ثلاجتك - الحالية - مثلا، لتمكين الروبوت من فتح بابها حين تأمره بذلك. ومتى حان موعد عودتك إلى المنزل وأردت المرور بطريقك على «السوبرماركت»، يمكنك التأكد بسهولة من محتويات ثلاجتك لتتذكر بالضبط ما تحتاجه لتحضير وجبة العشاء.

من السهل عادة فتح أبواب الثلاجات، نظرا لعدم وجود آلية قفل فيها، فهي تغلق مغناطيسيا ولا يحتاج الأمر إلا إلى استخدام بعض القوة في الاتجاه الصحيح لفتحها. أما فتح الأبواب الداخلية في المنزل، فهو عملية أكثر صعوبة حتى في حالة عدم قفلها بالرتاج. لقد تمكنت الروبوتات من فتح الأبواب في المختبرات بطريقة يمكن الاعتماد عليها، ولذلك يمكن من الناحية التقنية إضافة هذه القدرة إلى الروبوتات المسيرة عن بعد باعتبارها خيارا للسيطرة على مستوى الإشراف الحي المباشر. وما إن يتم ذلك، حتى يصبح من الأسهل قيادة روبوت مسير عن بعد في كافة أرجاء منزلك . ولن تضطر لترك الأبواب الداخلية فيه مفتوحة كي يؤدي الروبوت مهمته.

إذا أضفنا بعد ذلك قدرة جديدة إلى الروبوتات المسيرة عن بعد، فنحن نفتح في الواقع مجالا جديدا ومتكاملا وواسعا من التطبيقات لها. نحتاج لأن نجعلها قادرة على فتح الأبواب الداخلية في المنزل. وتحتاج هي إلى القدرة على إغلاقها من جديد. فإن استطاعت فتح الأبواب الداخلية، فإن بمقدورها فتح الباب الخارجي من الداخل، نظرا لأن آلية الفتح مرتبطة بتدوير مقبض الباب. أما إغلاق هذه الأبواب فهو عملية أصعب قليلاً وتتطلب مزيداً من الحذق والمهارة. على نحو مشابه، يتطلب فتح وقفل رتاج الأبواب قدرا أكبر من المهارة، لا أعتقد بأن الروبوتات المسيرة عن بعد ستتمتع بها خلال السنوات القليلة القادمة على الأرجح، لكنها ستصبح مؤهلة لذلك ربما بعد عقد من السنين.

لهذا، قد يكون من الضروري في المستقبل القريب ابتكار نوع جديد من آلية الإقفال بحيث يمكن تشغيلها كهربائيا ويدويا في آن معا. ولسوف تحل هذه الآلية محل الجيل الحالي من الأقفال، بطريقة تسهل على صاحب المنزل استبدالها مثلما يستبدل مفك البراغي. ولن يكون من الضروري استخدام قوة خارجية لفتح القفل الكهربائي الجديد، وليس ثمة حاجة إلى بطارية. الأمر الذي يضمن سهولة التركيب والمتانة والموثوقية عند الاستخدام. يستطيع صاحب المنزل تشغيل الأقفال يدويا مثلما يفعل الآن في العادة، لكن سيضاف إلى القفل مادةٍ عازلة، بحيث يتمكن الروبوت المسير عن بعد من التوجه نحو الباب، وتفادي العازل، وتشغيل آلية الفتح أو الإقفال الكهربائية داخل القفل. الآن سيكون بمقدور صاحب الروبوت الضغط بالمؤشر على زر نافذة موقع الويب والتحكم به عن بعد ولسوف يصبح بالإمكان فتح باب البيت الخارجي.

لِمَ تعتبر هذه القدرة ضرورية؟ مررنا جميعاً بتجربة طلب شراء قطعة جديدة من الأثاث، أو استدعاء عامل صيانة لإجراء بعض التصليحات، حيث يقال لنا بأن قطعة الأثاث ستسلم لنا، أو أن عامل الصيانة سيصل، يوم الثلاثاء من الأسبوع القادم مثلا. ونظرا لعدم علمنا بالتوقيت الدقيق لموعد وصول أي منهما، فسوف نشعر أن من مسؤوليتنا البقاء في المنزل طيلة اليوم الموعود، بغض النظر عما إذا كانت ساعة التسليم، أو الوصول، في الثامنة صباحا أو الرابعة بعد الظهر. لن يجد أي منا هذا الترتيب مناسبا. لكن بوجود روبوت مسير عن بعد يستطيع فتح باب المنزل، يمكن لكل ذلك أن يتغير.

حينما يصل عامل التسليم، أو الصيانة، إلى منزلك، فلسوف تعرف ذلك بسرعة. وهذا سيحدث إما من خلال اتصال العامل المعني بك، أو بتنبيه الروبوت المسير عن بعد بواسطة جرس الباب (أو ربما عبر اتصال

مباشر عن طريق جهاز بث يربط جرس الباب بالروبوت)، ومن ثم تنبيهك من خلال حاسبك الشخصي وأنت تعمل في مكتبك. تقوم الآن بالاتصال بالروبوت، وتتحقق بأم عينك (فأنت «حاضر» هناك من خلال الروبوت على أية حال) من أن القادم إلى منزلك هو العامل الذي تنتظره، وتتبادل الحديث معه في نفس الوقت الذي تفسح له طريق الدخول. بعد ذلك تبين لعامل التسليم أين يضع قطعة الأثاث بالضبط، أو «ترافق» (عن بعد) عامل الصيانة إلى المكان الذي يجب تصليحه. في كلتا الحالتين، بإمكانك متابعة ما يفعله كل منهما داخل منزلك، ومن ثم تغلق بابه الخارجي بعد أن يغادر.

صحيح أنك حين تدخل شخصا، مثل عامل الصيانة هذا، إلى منزلك (وأنت «حاضر غائب معا») لن يوفر لك الروبوت المسير عن بعد الأمن الكافي ويمنع ذلك الشخص من العبث بمحتوياته، أو سرقة درج المجوهرات فيه لو أراد. لكن وجودك شخصيا لن يوفر أيضاً مثل هذا الضمان. فحضورك الشخصي يجسد مجرد أداة حظر اجتماعي تمنع مثل هذا السلوك، لسوف يكون لديك دليل «بصري» مباشر على سوء تصرفه يعتبر بينة كافية تفيدك حين تبلغ الأمر إلى رب عمله أو إلى الشرطة. وحضورك من خلال الروبوت سيزودك بنفس البينة المادية المباشرة، كما أن التحدث مع الشخص المعني سوف يضمن عمله طبقا للعقد الاجتماعي السائد.

لذلك، سوف يحررك الروبوت المسير عن بعد من ضرورة الانتظار في المنزل مثلما تفعل الآن. كما سيجعل المرحلة الأخيرة من عملية الشراء (أي الأمتار العشرة الأخيرة الفاصلة بين شاحنة التسليم وباب المنزل الخارجي) جزءا لا يتجزأ من التجارة الإلكترونية. لأن العديد من الأشياء التي نبتاعها عن طريق التجارة الإلكترونية تسلم لنا وتوضع على باب البيت (حيث قد تتعرض للسرقة)، أو نستلم إشعارا بها - بدلا من تسليمها - يطلب منا

مراجعة الشركة الموزعة واستلامها شخصيا من هناك. أما مع وجود روبوت مسير عن بعد، فأنت «حاضر» على الدوام في المنزل بحيث تضمن استلام مشترياتك وإبقائها «في الحفظ الصون» خلف بابه الموصد.

لدينا الآن السيناريو التالي لمواطن أمريكي يعيش مثلاً في المناطق الشمالية الشرقية من الولايات المتحدة. فصل الخريف يودع أيامه الأخيرة، وقد أزف الوقت لإجراء الصيانة الضرورية لنظام التدفئة المنزلي قبل حلول موسم الشتاء. العملية تشمل بعض الإجراءات البسيطة نسبيا: تنظيف بعض مكونات «الحرّاق»، وإصلاح عدد من الأنابيب التالفة. لن يكون بمقدور أي روبوت مسير عن بعد تنفيذ هذه المهمة بنفسه في المستقبل المنظور. لذلك يصبح من الضروري على هذا المواطن استدعاء شركة صيانة للقيام بها. حيث سيضطر إلى الانتظار في المنزل لحين قدوم العمال. لكن بعد بضع سنين سيكون بمقدوره مغادرة البيت والذهاب أنى شاء، ومن هنالك يستطيع بواسطة الروبوت المسير عن بعد السماح لهم بدخول البيت متى حضروا.

لكن هل يكون حتى ذلك ضروريا بعد خمس أو عشر سنوات من الآن؟ مع ظهور نماذج جديدة كل يوم من الروبوتات المسيرة عن بعد، سوف تتمتع بمزيد من الحذق والبراعة باطراد، نتيجة الطلب في السوق الاستهلاكية على أقل تقدير. لنفترض جدلا أنك قادر على التحقق من حالة موقد الغاز في المنزل وأنت تمضي إجازتك بعيدا عنه، واكتشفت أنك لم تحكم إغلاقه في زحمة استعجالك في صنع القهوة قبل أن تغادر مع الأسرة إلى المطار. في هذه الحالة، إذا امتلك الروبوت المسير عن بعد في منزلك ما يكفي من الحذق والمهارة، واستطعت التحكم به من الكوخ الذي تمضي فيه الإجازة على شاطئ الجزيرة المدارية، يمكنك عندئذ استخدامه لإغلاق الموقد؛ ولسوف تشعر بسعادة أكبر مقارنة بحالك إذا اقتصرت قدرة الروبوت

على مجرد التجول ببلاهة وسذاجة في أرجاء المنزل.

سرعان ما سترغب بأن تكون قادرا على فتح وإغلاق النوافذ (عن بعد)، ووضع الطعام لقطتك في المنزل، وإخراج ما تشاء من أطعمة ومشروبات من الثلاجة والتعرف على ما يوجد داخلها فعلا. سوف يتم التحكم بكافة هذه العمليات التي تتطلب مهارة وبراعة بأسلوب إشرافي حي من خلال موقعك على الويب كلما فتحت جهاز الكمبيوتر. ولسوف يتمتع الروبوت المسير عن بعد بذكاء خاص يمكنه من القيام بأي من هذه المهمات. ولهذا السبب أشعر بمثل هذه الثقة في توقعاتي التقانية، ليس هناك مستحيل على القدرة الإبداعية للمختبرات العلمية الحالية.

سنعود الآن إلى المواطن الأمريكي الذي يستدعي عمال خدمة نظام التدفئة المنزلية إلى بيته لإجراء عمليات الصيانة الضرورية التي تستغرق مدة تتراوح بين خمس وعشر دقائق كل سنة. فإن كان لديه في المنزل روبوت مسير عن بعد يتمتع بما يكفي من المهارة والبراعة، فلم لا يترك لعامل الصيانة مهمة القيام بذلك بواسطة الروبوت من مكتبه؟ في هذه الحالة، لن يضطر لركوب شاحنته، وقيادتها لمدة عشر أو خمس عشرة دقيقة للوصول إلى المنزل. بل لن يضطر لمغادرة بلدته في جنوب شرق آسيا ويهاجر إلى الولايات المتحدة أو أوروبا ليعمل في قطاع صيانة التدفئة المنزلية! إذ يمكن أداء هذا النوع من العمل الجسدي من أي مكان في العالم.

يعيدنا كل ذلك إلى الروبوتات المنزلية القادرة على القيام بالعديد من المهام، والتي تناولناها بالبحث في الفصل السابق. لسوف نمتلك قريبا روبوتات رخيصة الثمن متخصصة في تحمل مزيد من الأعباء المنزلية من أجلنا. لكن من غير المرجح أن يكون لدينا، في العقدين القادمين على ما يبدو، روبوت قادر على تأدية مهام متعددة، كأن يكوي الثياب، ويدخل

الأطباق إلى الجلاية الكهربائية ثم يخرجها منها، ويفرغ مواد البقالة التي اشتريناها من صندوق السيارة ليرتبها في الثلاجة، وينظف الحمام فعلا. فكل هذه الأعباء تقوم بها ربة المنزل، أو تستعين بخادمة لأدائها إن كانت موظفة.

في المستقبل المنظور، سوف تتمكن العائلة التي يعمل أفرادها خارج المنزل من الاستعانة بأشخاص أجانب لا يعيشون حتى في بلدها لأداء هذه المهمات المنزلية، وذلك باعتبارهم مؤهلين للتحكم بالروبوت المسير عن بعد و«المقيم» في منزل العائلة. وسوف تُستأجر العقول في الدول الفقيرة للتحكم بالروبوتات المسيرة عن بعد والمتخصصة بأداء الأعمال العضلية، في الدول الغنية، أحسن ما في هذا الأمر أن العمال في الدول الفقيرة لن يضطروا لأداء أعمال قذرة أو شاقة أو مرهقة بأيديهم. وسوف تكون هذه الأعمال مرتفعة الأجر نسبيا ومرغوبة من قبل الكثيرين في هذه الدول المتعثرة اقتصاديا. علاوة على ذلك، سوف تتوفر فرص عمل جديدة تحد من انتشار البطالة فيها. ويمكن للمرء تخيل إنشاء مراكز للعمل في البلاد التي تحوي فائضا من اليد العاملة لكن لا تتوفر بها البنية التحتية المناسبة لتوسيع شبكة الانترنت بحيث تدخل كافة البيوت. ولسوف يتوفر النطاق المرتفع من الترددات للشبكة في مراكز العمل هذه، ويتحول «العاملون في الوظائف الوضيعة» إلى العمل في محطات الكمبيوتر في جو أكثر متعة وراحة نسبيا. لن يقتصر الأمر على أداء الأعباء المنزلية بهذه الطريقة، بل إن نفس الأشخاص سوف يوفرون قدرة التحكم الإضافية الضرورية لروبوتات قص العشب مثلا، وغيرها من الروبوتات المسيرة عن بعد والتي لم نبدأ حتى التفكير بها إلى الآن.

في حين يسهل تدبيج صفحات لا نهاية لها من الأفكار المتعلقة بالكيفية التي ستزدهر بها الروبوتات المسيرة عن بعد، إلا أن التفاصيل سوف تفاجئ

الجميع دون شك، تماماً مثلما اتضح اختلاف تفاصيل مستقبل الانترنت عن كل التوقعات والتنبؤات التي سادت قبل عشر أو عشرين سنة من الآن. أما عنصر المعادلة الذي لا يمكن تجاهله فهو الجنس.

المغازلة والجنس يمثلان أكثر استخدامات الرسائل الفورية شيوعا على الشبكة الإلكترونية! أما كاميرات الويب التي تعرض الصور الإباحية الحية فتمثل أكبر استهلاك ضمن عرض حزمة الترددات المتاحة على الانترنت! مرفقة في أحيان كثيرة برسالة فورية أو رقم هاتفي. ما الذي سيجسد أكبر الدوافع المحركة للتحكم و«الحضور» عن بعد في المستقبل؟ استخدم مخيلتك.. في الواقع، إن صدق حدسك وأبدعت الابتكار المناسب فلسوف تجني ثروة. وإلا فإن غيرك سوف يفعل ذلك.

مراجع إضافية للقراءة

Goldberg, K., and R. Siegwart. 2001. Beyond Webcams: An Introduction to Online Robots. Cambridge, Mass.: MIT Press.