

ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT

Los usos militares de la tecnología inalámbrica son sorprendentes. Por ejemplo, los pilotos de combate pueden volar sobre una zona de guerra y lanzar miles de pequeños sensores inalámbricos, del tamaño de una canica y con un costo de un dólar cada uno. Tan pronto como llegan al suelo, estos dispositivos comienzan a comunicarse entre sí y forman una intrincada red digital capaz de captar las vibraciones y el sonido que produce el avance de tropas. También pueden detectar la presencia de agentes radiactivos, químicos o biológicos y enviar esa información a un satélite. Para operar, obtienen energía del sol o de los cambios de temperatura.

Los usos civiles son igualmente impresionantes. Guardias forestales pueden dejar caer los sensores desde un aeroplano para detectar incendios, mostrar su localización exacta y la dirección y velocidad con que se propagan las llamas. Aparatos más pequeños, del tamaño de un grano de arroz, pueden ser utilizados por las aerolíneas para buscar dentro de las estructuras de los aviones insectos grandes o roedores que podrían dañar el cableado u otros sistemas. Versiones aún más pequeñas, del tamaño de granos de sal, pueden agregarse a las pinturas para convertir superficies enteras en sensores inalámbricos capaces de detectar movimientos, funcionar como alarmas contra incendios o como sistemas de seguridad.

El problema es que esos sensores aún no existen, pero se están realizando muchos experimentos para convertirlos en una realidad. Una prueba militar similar a la descrita al principio se llevó a cabo en marzo de 2001 en una base del Cuerpo de Infantería de Marina en California. Alrededor de una docena de nodos de red, cada uno del tamaño de una caja de fósforos, fueron lanzados desde un avión miniatura. Los dispositivos fueron capaces de medir la velocidad de vehículos e indicar su dirección con sólo detectar las vibraciones en la tierra. Este experimento demostró que esta tecnología, aun cuando se encuentra en una fase preliminar, es viable.

La prueba militar tuvo el respaldo de la Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados de Defensa de Estados Unidos (DARPA, por sus siglas en inglés) y surgió a raíz de un programa llamado polvo inteligente, desarrollado en la Universidad de California en Berkeley en la década de los noventa. Dicho programa aportó los fundamentos técnicos necesarios para crear redes de sensores: diseño de sistemas operativos, bases de datos y protocolos para que los dispositivos envíen información y permanezcan inactivos el mayor tiempo posible para ahorrar energía. Estas tecnologías se basan en especificaciones estándar, por lo cual pueden ser utilizadas libremente por otras empresas, de la misma forma en que el protocolo básico de Internet está abierto.

Con auspicio inicial de la DARPA, surgió un grupo de compañías como Dust Networks, Arch Rock y Moteiv (a partir de investigaciones en Berkeley) y Ember (con base en trabajos en el Instituto Tecnológico de Massachusetts). Otras empresas, entre ellas Crossbow Technology, Millennial Net, Senciscast, Tranzeo y MicroStrain, aplican las innovaciones en tecnologías existentes. Los sensores inalámbricos están pasando de los campos de pruebas militares al mundo comercial. Se usan en actividades como el monitoreo y el control de maquinaria industrial, la regulación

SENSORES: VISTAZO AL FUTURO



Diversos sensores —para medir viento, temperatura y savia— instalados en un bosque de Australia ■ Imagen tomada de www.ictinternational.com.au

automática de la temperatura en edificios y en investigaciones sobre el medio ambiente.

Las comunicaciones de máquina a máquina (M2M) generalmente utilizan dispositivos inalámbricos instalados en equipos como automóviles o máquinas expendedoras, los cuales se conectan a redes celulares. En cambio, las redes de sensores están formadas por pequeños microprocesadores instalados dentro de los aparatos, los cuales crean una red local que no puede conectarse a un sistema más grande, como la red de telefonía celular o Internet.

Por ahora el uso de los sensores sigue siendo limitado: aún falta que esta tecnología madure y que los consumidores se convenzan de que vale la pena adquirirla, pero la idea está ganando fuerza. Una vez que aumente el volumen de producción, los precios bajarán y la consiguiente innovación facilitará la adopción de estos dispositivos.

Un buen lugar para observar las nuevas tecnologías inalámbricas en acción es la refinería Cherry Point de British Petroleum (BP) en Blaine, Washington. Construida en 1971 sobre una superficie de casi 10 hectáreas, produce 225 mil barriles de crudo al día. Este sitio también concentra 8 por ciento de la producción mundial de coque calcinado, utilizado para fabricar una de cada seis latas de aluminio. Modernizar la planta para mantener su eficiencia es costoso: BP asegura que ha invertido cerca de 500 millones de dólares en los 10 años recientes.

Los tanques de almacenamiento deben ser monitoreados para fines operativos, de seguridad y ambientales. Pero instalar cables en un área tan grande es muy caro.

Las nuevas tecnologías inalámbricas son claves, explica Tim Shooter, especialista de BP. Permiten supervisar y controlar más operaciones y ahorrar

dinero al mismo tiempo. Una refinería promedio tiene cerca de 3 mil “puntos de instrumentación”, donde se recaban datos de indicadores como temperatura, flujo, humedad y vibración. Los administradores estarían felices de tener 10 mil puntos si fueran menos caros. El costo de un dispositivo básico de monitoreo va de mil a 10 mil dólares. Aunque agregar funciones inalámbricas a estos sensores casi duplica el costo, el precio de instalación se reduce entre 50 y 90%, y la instalación representa la mayor parte del costo total. Shooter cree que la modernización de algunos procesos con sistemas inalámbricos permitirá a cada refinería ahorrar al menos un millón de dólares al año.

Mejora continua

Hasta hace algunos años, la tecnología inalámbrica simplemente no estaba a la altura de lo requerido. El gran salto, según Shooter, radica en que las nuevas tecnologías son mucho más confiables en las duras condiciones de la industria y los protocolos de comunicaciones son más inteligentes.

Una innovación notable es la formación de redes específicas, en las cuales cada nodo (por ejemplo, un sensor en una bomba de agua) es al mismo tiempo un emisor y un receptor y puede enlazarse a la red en el momento que se requiera. Con las anteriores tecnologías inalámbricas los sensores enviaban datos a un receptor específico, en un sistema de control centralizado, lo que tenía numerosos inconvenientes. Para empezar, era un sistema inflexible: si se agregaba un nuevo nodo, todo la red tenía que ser reconfigurada y se volvía más difícil de administrar, y si el receptor central fallaba todo el sistema se colapsaba.

La nueva tecnología resuelve estas fallas. Cada nodo puede retransmitir información a otros dispositivos, lo que

crea una red sincronizada que consume menos energía porque los datos sólo viajan distancias cortas, de un nodo a otro. La red se organiza y se repara por sí sola. Si un nodo se apaga el sistema encuentra otra vía para canalizar el tránsito, y mientras más dispositivos se agreguen, más flexible y eficiente se vuelve la red.

Obviamente, sistemas de control industrial como los observados en BP son útiles, pero no aumentan el tamaño del negocio. Buen ejemplo de una aplicación de gran escala es la administración de un edificio. Gracias a las comunicaciones inalámbricas, la luz, la calefacción y el aire acondicionado pueden controlarse en forma centralizada para reducir el consumo de electricidad. Así, cuando un huésped sale de su habitación de hotel la recepcionista puede apagar el aire acondicionado. Esto también puede hacerse con un sistema controlado por cables, pero la tecnología inalámbrica ofrece menores costos de instalación y una mayor flexibilidad.

Múltiples aplicaciones

Algunas empresas están instalando este tipo de sistemas tanto en edificios viejos como en nuevos. Riga Development, una empresa de tecnología inalámbrica de Toronto, ha trabajado con hoteles en Canadá y Estados Unidos para reemplazar los viejos termostatos análogos por otros digitales, que consumen alrededor de 35% menos energía. Los nuevos paneles de control de temperatura se conectan vía inalámbrica con los sistemas de calefacción y aire acondicionado, a un costo de aproximadamente 350 dólares por habitación. Además, la temperatura de cada habitación puede ser controlada desde la recepción, y gracias a las redes inalámbricas, el panel de cada cuarto también funciona como un retransmisor que envía datos de otras habitaciones a un centro de control.

Estos usos son sólo el comienzo. Los sensores no sólo se están instalando en aparatos electrónicos, sino en objetos que antes estaban desprovistos de tecnologías de este tipo, como edificios, puentes y carreteras, a fin de supervisar el estado de sus estructuras. Estos aparatos pueden detectar puntos de tensión y fisuras que necesiten reparación. También se utilizan para monitorear el ambiente. Los científicos los emplean para vigilar el clima en áreas pequeñas, donde antes resultaba poco práctico hacerlo debido a los costos (por ejemplo, en plantas individuales en lugar de todo un bosque).

Los sensores inalámbricos también han hecho su aparición en las granjas para medir temperatura, humedad y luz en porciones de tierra donde no pueden instalarse cables fácilmente. Entre sus primeros grandes usuarios destacan los vitivinicultores, cuyas cosechas son particularmente valiosas y pueden arruinarse aun con pequeñas variaciones climáticas. Por ejemplo, Ranch Systems, provee de equipo y programas de cómputo a una docena de viñedos del norte de California. Una flotilla de sensores permite a los agricultores monitorear viento, agua, tierra y temperatura del aire. Esto les permite programar las fechas de riego de acuerdo con las necesidades de cada sección del viñedo, así como enfrentar heladas, enfermedades y plagas, explica el fundador de la empresa, Jacob Christfort.

Esta tecnología se ha vuelto tan asequible que ha propiciado el surgimien-

to de muchas pequeñas empresas. Moteiv instala sensores en uniformes de bomberos para obtener información sobre los incendios y para que los trahumo sepan exactamente dónde se encuentran sus compañeros. Este sistema inclusive puede obtener datos como los planos de un edificio y proyectar las imágenes en las máscaras protectoras. Entre las aplicaciones disponibles destacan sistemas inalámbricos de seguridad para el hogar y localizadores que alertan a la tripulación de un barco cuando un marinero cae al agua.

Sin embargo, es precisamente la diversidad de usos posibles lo que obstaculiza el desarrollo de esta tecnología: cada una de las aplicaciones tiene que hacerse a la medida del usuario. Los sistemas inalámbricos son tan nuevos que aún tienen que simplificarse y estandarizarse, como ocurre con la mayoría de las tecnologías con el tiempo, señala Monica Paolini, de Senza Fili Consulting.

Otro problema es que nadie sabe realmente cuánta carga de trabajo puede soportar una red llena de sensores inalámbricos; tal vez sea distinto a lo que ocurre con Internet. En este caso el tráfico excesivo en la red es asimétrico, pues las computadoras están en un extremo recibiendo cientos de miles de veces más información de la que envían: un simple clic del ratón trae de regreso un enorme video de YouTube. En las redes de sensores este tráfico asimétrico se invierte: envían muchos más datos de los que reciben. Aunque cada envío individual de datos es pequeño, todos se suman y algunos sensores mandan un pulso constante, aunque sólo sea para decir “aquí sigo”, lo que activa la comunicación en toda la red.

Lo que más preocupa a los ingenieros es cómo manejar todos los datos que producen los sensores. “la buena noticia es que puedes obtener toda esa información; la mala es que tienes que hacer algo con ella”, señala Kris Pister, cofundador de Dust Networks. Se están realizando esfuerzos para aumentar la capacidad de procesamiento de los sensores, de tal forma que puedan analizar la información en lugar de simplemente recabarla y enviarla.

No obstante, esta abundancia de información también ofrece oportunidades. Teruyasu Murakami, del Nomura Research Institute, cree que tener dispositivos conectados constantemente a una red creará nuevos mercados y estilos de vida. Bob Karschnia, de Emerson Process Management, que diseña y fabrica sistemas de automatización industrial como los utilizados en la refinería Cherry Point, hurga entre montañas de información en busca de nuevas alternativas de operación para las empresas. A veces filosofa acerca del significado de la tecnología. Las interconexiones entre máquinas, dice, son similares a las redes neuronales. “Si estamos computando y haciendo conexiones como lo hace el cerebro, deberíamos ser capaces de emular la memoria. ¿Cómo se pueden crear recuerdos en un proceso de fabricación?”

La comunicación entre máquinas puede llegar a revelar hechos y relaciones que aún no son evidentes para los seres humanos y permitir a las fábricas “aprender” y encontrar formas de volverse más eficientes. Lo que ocurre en las factorías adquirirá una forma distinta y llegará a edificios de oficinas y viviendas. El siguiente paso será que la tecnología inalámbrica entre en los seres humanos.

ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT

Los operadores de telefonía móvil no saben qué hacer con todas sus redes de alta velocidad

Desde la torre donde se encuentra el centro de investigación y desarrollo de Samsung alcanza a verse la enorme obra inmobiliaria conocida como Ubiquitous City (Ciudad Ubicua), a una hora de Seúl. En breve, allí surgirá un ultramoderno conjunto de apartamentos donde todo estará interconectado y controlado en línea.

En Samsung están orgullosos de este proyecto porque involucra muchos de los sectores en los que participa la compañía, desde electrodomésticos y aparatos electrónicos hasta telefonía celular. Otras firmas sudcoreanas también participan, apoyadas por el gobierno. Joo Sik Lee, jefe de desarrollo de nuevos negocios en SK Telecom, el principal operador de telefonía celular del país, explica por qué estos trabajos son tan importantes: "Todo mundo tiene un teléfono celular. Tenemos que encontrar nuevos modelos de negocios y nuevos usos".

SK Telecom introdujo la tecnología que permite realizar transferencias bancarias por dispositivos portátiles, y prueba aparatos que monitorean la salud de los usuarios. También ha instalado en sus teléfonos lectores de tarjetas de identificación por radiofrecuencia para obtener información sobre productos en tiendas de autoservicio y otros establecimientos. Incluso coordina actividades con sus filiales de la construcción para automatizar con sistemas inalámbricos casi 120 mil hogares sudcoreanos este año. Por unos cinco dólares al mes, los clientes podrán revisar a distancia los termostatos y sistemas de seguridad de sus viviendas, así como encender o apagar las alarmas contra incendios o las luces.

Japón proyecta algo similar. El diseño de sistemas inalámbricos que eviten choques de automóviles conjuntará a las industrias automotriz y de la informática de ese país. Una escuela privada de Tokio colocó localizadores en las mochilas de los niños para rastrearlos. En la tienda departamental Mitsukoshi, etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID, por sus siglas en inglés) ofrecen a los compradores información detallada sobre cosméticos y otros productos.

Hasta ahora estos dispositivos son relativamente simples, reconoce Kazuo Murano, presidente de Fujitsu Laboratories. Sin embargo, marcan el comienzo de una infraestructura que puede extenderse a diversos usos.

El entusiasmo por las tecnologías inalámbricas en parte de Asia se refleja en Europa y Estados Unidos. Los operadores de telefonía móvil invierten miles de millones de dólares en redes que ofrezcan servicio de Internet de alta velocidad. Los sistemas 3G están siendo actualizados y se analiza el potencial de la tecnología llamada WiMax; muchos ejecutivos esperan que ésta no sólo sirva para comunicar teléfonos y usuarios, sino también otros aparatos portátiles, máquinas, mascotas, automóviles y viviendas.

Sin embargo, no existe garantía de que estos servicios tendrán demanda porque la tecnología no se ha desarrollado; se desconoce cómo cobrar por su uso; la seguridad informática sigue siendo un gran dolor de cabeza, y muchos de los usos previstos involu-

SUPERANDO OBSTÁCULOS

cran comunicaciones de corto alcance que ni siquiera utilizarían la red móvil, por ejemplo, bajar la intensidad de la luz en una habitación o transferir un video de un aparato a otro.

Lo peor es que un mundo donde los usuarios puedan conectarse a las redes, hacer lo que quieran y desconectarse cuando lo deseen, como si navegaran por la red con una computadora, va contra los fundamentos de la industria de las comunicaciones, que prefiere controlar las actividades de sus clientes para garantizar la calidad del servicio y mantener tarifas altas. La misma política de acceso restringido que impide usar Skype (servicio telefónico por Internet) en los celulares también mantiene a los usuarios a salvo de virus. Por ahora, la mayor parte de los ingresos proviene de llamadas de voz. A medida que estas tarifas bajen, los operadores buscarán aumentar sus ingresos al ofrecer descargas de música y videos en los teléfonos.

Sin embargo, algunos operadores de telefonía celular insisten en cambiar su modelo de negocios. El director de tecnología de Sprint Nextel,

Barry West, prevé un mundo donde cualquiera que compre un televisor o una lavadora pueda conectarse a la red de Sprint, la cual estaría abierta a Internet y permitiría al usuario ver lo que quisiera en lugar de recibir los contenidos de la empresa contratada por el proveedor, como ocurre hoy con la mayoría de los teléfonos celulares.

Medio inteligente

¿Esto no convertirá la red de Sprint en simple mercancía? "En absoluto", sostiene West. La empresa pretende cobrar una cuota extra por servicios especiales, igual que las aerolíneas con los boletos de clase ejecutiva, explica. Además, planea vender a publicistas buena parte de la información de la compañía sobre sus clientes. Así, un tablero interactivo en la calle podría mostrar en un momento un anuncio dirigido a madres jóvenes y luego uno para fanáticos de los deportes y la cerveza. "Estamos pasando de ser una compañía de comunicaciones a una de medios", dice.

Sprint es el primer proveedor de telefonía móvil en presentar un plan de acción para el acceso inalámbrico a Internet. Sin embargo, todos los opera-

dores están sintiendo la presión de la red.

Fijar precios es clave. En Europa, cada usuario utiliza en promedio menos de 250 minutos de tiempo aire al mes, y en Estados Unidos el promedio es de más de mil. La principal razón podría ser la estructura de precios. Cuando NTT DoCoMo, de Japón, aplicó una tarifa fija para enviar datos (por ejemplo, fotos de un teléfono a otro) trascendió que en sólo unos días su tráfico en la red se había multiplicado. En Europa y Estados Unidos mucha gente toma fotos con sus teléfonos celulares, pero pocos las envían porque les preocupa que sea muy caro hacerlo. Sprint espera atraer más clientes al simplificar las tarifas y ofrecer acceso abierto a Internet.

Para su nueva red, la compañía escogió WiMax, tecnología respaldada por la industria de la informática, especialmente por Intel, en lugar de los proveedores tradicionales de telecomunicaciones. WiMax utiliza el protocolo de Internet para brindar una conexión sin problemas, a diferencia de las redes de telefonía celular, que manejan el tráfico por medio de protocolos diseñados para llamadas telefónicas. "Hoy día, tratar de conectarse a la red con un teléfono o un BlackBerry es un trabajo arduo, por decir lo menos", se queja el presidente de Intel, Paul Otellini.

Los especialistas de la industria dis-

cuten sobre si WiMax es más eficiente que los sistemas mejorados de telefonía celular de tercera generación (3G), pero la mayoría reconoce que a fin de cuentas el desempeño de ambos será el mismo. La diferencia radica en cómo se fabrican y venden los equipos, apunta Vanu Bose, fundador de Vanu, compañía de servicios inalámbricos. La industria de la computación prefiere los estándares abiertos, de tal forma que un dispositivo pueda ser sustituido por cualquiera que cumpla las mismas especificaciones; en cambio, la industria de las telecomunicaciones se ha beneficiado por mucho tiempo de mantener a los usuarios cautivos con tecnologías exclusivas. Además, hay ocasiones en que equipos similares de diferentes fabricantes no funcionan bien juntos.

WiMax elimina este problema al fijar un estándar para todos los competidores. Se espera que ello reduzca los costos de los equipos inalámbricos al nivel de simples mercancías, como ocurrió con las computadoras.

Los proveedores de servicios de red no subsidiarán los aparatos de los usuarios, como hacen los operadores de telefonía celular para convencer a los usuarios de firmar contratos anuales. WiMax no sólo reducirá los costos para los operadores, sino que cambiará su forma de ver el negocio. El problema radica en que esta tecnología apenas ha comenzado a levantar el vuelo. Las redes están en etapa de prueba y los aparatos para el mercado masivo se lanzarán en 2008.

Pese a sus altas expectativas, la industria debe enfrentar una realidad incómoda. Por ejemplo, la mayoría de los aparatos de Samsung y LG —el otro gran conglomerado sudcoreano— se conectan con cables y líneas eléctricas, no por tecnologías inalámbricas. Además, la gente que participa en las pruebas no parece usar mucho los ingeniosos sistemas de automatización del hogar diseñados por SK Telecom. Diversos operadores analizan la posibilidad de ofrecer conexión gratis en la adquisición de paquetes de entretenimiento en línea, y algunos ejecutivos admiten que Ciudad Ubicua es más publicidad que realidad.

No es la primera vez que los planes de la industria deben postergarse. En 2000, antes de la subasta de espectro para tecnologías 3G en Europa, algunos operadores creían que los equipos de interconexión generarían casi 12% de las ganancias, recuerda David Benello, de la consultora McKinsey. Sin embargo, a final la industria decidió concentrarse en los teléfonos, más que en fábricas y máquinas.

Ahora los operadores buscan dar otra oportunidad a las comunicaciones de máquina-máquina. Orange, compañía de telecomunicaciones que opera en Europa, ha creado una división especial, M2M Connect.

La interconexión de aparatos implica ceder control a los usuarios, señala Tim Whittaker, de Cambridge Consultants, que diseña sistemas inalámbricos. M2M ha sido criticada por tratar de impedir a sus clientes trabajar con otros operadores. Así, las compañías de telefonía celular se enamoran de M2M, pero los abrazos de ésta sofocan la innovación. Es más probable que las nuevas tecnologías inalámbricas provengan de compañías más pequeñas con experiencia en informática, las cuales han empezado a dar a las máquinas ojos, oídos y voz.

En la radio

La radio usa el espectro electromagnético para enviar información. Cuando una corriente eléctrica pasa por un cable crea un campo electromagnético que envía ondas en todas direcciones, en forma parecida a la luz, que también es parte del espectro, pero a frecuencias mucho más altas. Con una antena y energía adicional es posible transmitir las señales a gran distancia. La frecuencia de onda puede modificarse de forma que las señales no interfieran entre sí, lo que permite aprovechar una mayor parte del espectro.

Las ondas de radio existen en la naturaleza, en forma de luz, sonido y rayos cósmicos en el espacio. Las ondas creadas por el hombre pueden hacer cosas como transmitir música o calentar comida en un horno de microondas. En la parte baja del espectro se encuentran las frecuencias usadas para la televisión y la telefonía celular, entre otras aplicaciones. Mientras más baja es la frecuencia de onda, más lejos puede llegar o atravesar objetos sólidos. Así, las estaciones de radio locales usan ondas de FM a frecuencias relativamente altas, las cuales no tienen gran alcance, mientras que la radio de onda corta, de baja frecuencia, puede tener cobertura mundial.

En general, las tecnologías inalámbricas pueden clasificarse en cinco grandes grupos, de acuerdo con la distancia que viaja cada tipo de señal. Primero están las comunicaciones satelitales, como el sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés), formado por 24 satélites manejados por las fuerzas armadas de Estados Unidos, las cuales envían constantemente seña-

les a dispositivos en tierra. Sin embargo, estas señales sólo viajan del satélite al aparato receptor.

Más cerca de casa, y con señales de dos vías, están las tecnologías de telefonía celular de cobertura amplia como GSM y CDMA. Entre las versiones avanzadas de "tercera generación" (3G) destacan HSDPA y LTE, desarrolladas por la industria de los celulares. Un contendiente prometedor es WiMax, tecnología basada en los estándares de Internet con respaldo de la industria informática. Una tercera categoría incluye señales de menor alcance utilizadas para conectar dispositivos dentro de una habitación o un edificio, como los sistemas Wi-Fi para conectarse a Internet dentro de hoteles o aeropuertos, o Zigbee, protocolo

de comunicaciones inalámbricas que sirve para interconectar sensores. Un avance reciente es la tecnología de banda ultra ancha (UWB), que utiliza frecuencias sumamente altas de cobertura muy limitada para transmitir grandes volúmenes de información, por ejemplo, para enviar un video desde un iPod o un dispositivo similar a un televisor.

En cuarto lugar están los protocolos para enlazar dispositivos en una "red de área personal" (PAN, personal area network). Por ejemplo Bluetooth, utilizado para enviar la señal del teléfono celular a un auricular inalámbrico. El último tipo de comunicaciones son las que se dan cerca de una antena transmisora (NFC, near-field communications). En este caso, el dispositivo

receptor debe estar cerca del sistema emisor, por ejemplo, al pasar por un edificio o en el transporte público. Una variante son las etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID, por sus siglas en inglés), utilizadas por tiendas departamentales y otros usuarios. Cuando pasan por un lector, estas etiquetas envían la información que tienen almacenada. Estos sistemas de radio son tan diferentes entre sí como la luz lo es del sonido; así, los satélites no pueden rastrear etiquetas RFID, lo cual permite descartar riesgos para la intimidad.

La radio concentra cada vez más datos en sus emisiones, por medio de tecnologías que le permiten aprovechar todo el espectro para enviar información, dividirla en porciones y usar antenas.

Hablando distintos lenguajes

Las principales tecnologías inalámbricas de dos vías*

	Transferencia de datos por segundo	Cobertura	Costo** (en dólares)
WIMAX MÓVIL	15Mb	5Km	8 (en 2008)
CELULAR 3G	14Mb	10Km	6
CELULAR 2G	400K	35Km	5
WI-FI	54Mb	50-100m	4
BLUETOOTH	700K	10m	1
ZIGBEE	250K	30m	4
UWB	~400Mb	5-10m	5
RFID	1-200k	0.01-10m	4 centavos

* Desempeño típico. Las cifras reales varían.
**Costo aproximado del microprocesador del aparato en grandes volúmenes.

FUENTES: William Webb, Cambridge Consultants, OCDE, Pyramid Research, Nokia, TI, CSR, Ember y Hitachi.

FUENTE: EIU

FUENTE: EIU

