EL PROTOCOLO ZigBee - LA VISIÓN DE UNA FUTURA APLICACIÓN

VESNA SRDANOVIC
Tecnológico Pascual Bravo Institución Universitária
vesna.srdanovic@pascualbravo.edu.co

RESUMEN

En este artículo se habla de la tecnologia ZigBee, sus principales características y su importancia en las aplicaciones de automatización industrial (M2M, M2P y P2M). También se presenta la visión de una posible, futura aplicación de ZigBee, que puede ser de vital interés para los grandes centros de compra y los supermercados. Se trata de un carrito de compra inteligente y automático, donde se propone el uso de la tecnologia ZigBee. Este carrito de compra permitirá al usuario realizar una compra rápida y totalmente automatizada. Se propone obviar la necesidad de espera, al pagar los productos, en las cajas de pago tradicionales.

Palabras Clave: protocolo ZigBee, redes WPAN, automatización M2M, M2P y P2M, carrito de compra inteligente

ABSTRACT

This article comprehends the view of the ZigBee technology, its main characteristics and its importance in applications such as industrial automation (M2M, M2P and P2M). Also, there is the vision of one possible, future application of ZigBee, which can be of vital interest to large supermarkets. That is an intelligent and automatic shopping cart, which will use the ZigBee technology. This shopping cart will allow the user to purchase in a quickly and full automated form, without waiting for the pay in the traditional way. It is a proposal of a new device tool to obviate the need to wait, to pay for the products, in the traditional checkout

Keywords: ZigBee protocol, WPAN network, automation M2M, M2P and P2M, smart shopping cart.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la industria desde su inicio hasta la época moderna, ha logrado admirables progresos. La operación autónoma de numerosos dispositivos y procesos, es muy frecuente y además presente en nuestro entorno cotidiano, agregando un verdadero beneficio a la humanidad del siglo XXI. Se puede decir que se ha llegado al punto donde las maquinas "pueden hablar entre sí o interactuar con los seres humanos". Estas tecnologías, conocidas como comunicación M2M (Machine to Machine), M2P (Machine to Person) y P2M (Person to Machine), están presentes desde ya hace varias décadas atrás. Lo que es novedoso, en las aplicaciones M2M, M2P y P2M es la incorporación de las nuevas tecnologías de comunicaciones inalámbricas, entre otras ZigBee.

Este artículo se ha querido estructurar por partes en las cuales se desglosan los contenidos como se indica a continuación. En la segunda parte se presenta la descripción del protocolo IEEE 802.15.4 / ZigBee. Seguidamente, en la tercera parte se presenta la incorporación del ZigBee en el entorno de automatización industrial; luego la cuarta parte, en la que se presenta la visión de una futura aplicación. El artículo termina con una quinta parte en la que se presenta la conclusión.

2. EL PROTOCOLO ZIGBEE

Cuando se quiere establecer la comunicación entre dos dispositivos se debe tener un conjunto de reglas bien especificadas y ajustadas a las necesidades de cada aplicación. Este conjunto de reglas conforman el denominado protocolo de comunicación. El ZigBee es el uno de los protocolos de comunicaciones inalámbricas WPAN (Wireless Personal Area Network).

En el año 2003 fue establecida una cooperación entre IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) y ZigBee Alliance (una coalición de más de 400 organizaciones hoy en día) con el objetivo de desarrollar un estándar abierto para la formación de las nuevas redes inalámbricas de corto alcance, para las aplicaciones en el monitoreo, control y localización. Como resultado fue establecido el estándar IEEE 802.15.4 / ZigBee.

La IEEE tiene un importante rol en el proceso de estandarización de las nuevas tecnologías de comunicaciones inalámbricas. El Bluetooth, UWB (UltraWideBand) y ZigBee, todos son protocolos de comunicación inalámbrica de corto alcance, de las redes inalámbricas de área personal conocidas como WPAN (Wireless Personal Area Network). En la siguiente tabla se pueden observar los protocolos y estándares de IEEE para comunicaciones inalámbricas de corto alcance y las principales aplicaciones.

Tabla 1. Los estándares de comunicaciones inalámbricas de corto alcance

Protocolo	IEEE estándar	Aplicaciones	Redes
Bluetooth	802.15.1	Comunicación inalámbrica de dispositivos periféricos de computador	WPAN
UWB (UltraWideBand)	802.15.3	Comunicación inalámbrica para los contenidos multimedia (amplio ancho de banda)	HR WPAN (High Rate)
ZigBee	802.15.4	Comunicación inalámbrica en aplicaciones de monitoreo y control	LR WPAN (Low Rate)
Wi-Fi	802.11/a/b/g	Comunicación inalámbrica entre computadores de la red local	WLAN

El protocolo ZigBee fue desarrollado con el objetivo específico: facilitar aplicaciones de automatización en los hogares y en el entorno industrial. Por eso ZigBee se caracteriza con una baja tasa de transmisión, así que se señala como protocolo LR WPAN (Low Rate). La tasa de transmisión de datos es muy reducida, pero satisfactoria para las aplicaciones como monitoreo y control, porque el volumen de datos a transmitir no es muy elevado.

Los módulos ZigBee son de baja potencia de transmisión y además pueden tener el modo de operación "sleep" (bajo consumo energético). Por eso los dispositivos ZigBee se caracterizan por muy larga duración de las baterías de alimentación, que es una de las ventajas de esta tecnología. Las baterías de los módulos ZigBee pueden durar varios años. La otra ventaja de los dispositivos ZigBee es que son más baratos y sencillos en comparación con los otros

dispositivos de comunicación inalámbrica de corto alcance.

Las redes de comunicación inalámbrica de corto alcance utilizan las frecuencias de acceso libre (sin licencia) como las frecuencias para uso industrial, científico y médico, conocidas como banda ISM (Industrial Scientifics Medical). El estándar IEEE 802.15.4 / ZigBee especifica las siguientes frecuencias: 868MHz en Europa, 915MHz en Estados Unidos y 2.4GHz libre en mayoría de los países del mundo. Para la frecuencia de 2.4GHz (de 2.405GHz hasta 2.485GHz) el número de canales es 16, con un ancho de banda de 2MHz por cada canal, con la tasa de transmisión de datos de 250Kbps y la modulación O-QPSK (Offset Quadrature Phase Shift Keying).

En general, un protocolo de la red de comunicación tiene una estructura modular, consistente de capas o pilas en forma jerárquica, definidas por el modelo OSI (Open Systems Interconnection). El estándar IEEE 802.15.4 define las primeras dos capas: capa Física PHY (Physical Layer) y la subcapa MAC (Medium Access Control Layer) que es la parte de la capa de Enlace. En base de estas dos capas (IEEE 802.15.4) son agregadas otras capas necesarias para la implementación de las aplicaciones ZigBee, desarrolladas por el ZigBee Aliance. La capa PHY especifica básicamente: las bandas de frecuencias, parámetros de ensanchado, tipos de modulación, la tasa de transferencia de bits, la estructura de tramas que se pueden utilizar, las características físicas y eléctricas del hardware. La capa MAC está encargada de regular el acceso al medio de transmisión y proporcionar comunicación fiable. También define los algoritmos criptográficos de seguridad, tipos de las topologías de la red y tipos de los nodos. En las redes ZigBee se distinguen dos tipos de dispositivos: los dispositivos de función reducida RFD (Reduced Function Device) y los dispositivos de función completa FFD (Full Function Device). Los dispositivos se pueden configurar para proceder las siguientes operaciones: *coordinador de red* (el nodo FFD encargado de establecer y controlar la red), *router intermedio* (el nodo FFD encargado de formar redes en clusters) y *dispositivos finales* (los nodos RFD o FFD configurados como dispositivos finales de la red).

La topología de redes puedes ser tipo estrella (redes simples), tipo malla (punto a punto) y tipo cluster (combinación de las dos anteriores) adecuado para extensión de la red en una forma compleja y robusta.

En general se pueden destacar las siguientes principales características de la tecnología ZigBee: los dispositivos son simples y de bajo costo, el rango de alcance aproximadamente de 30m (interior) y 200m (exterior), la posibilidad de extensión de la red hasta aproximadamente 65.000 nodos, baja tasa de transmisión, baja potencia de transmisión, bajo consumo energético, etc.

3. ZIGBEE EN EL ENTORNO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Se puede anotar que las aplicaciones de ZigBee están muy presentes en los campos como: la automatización industrial, la domótica e inmótica (automatización en hogares y edificios), la telemetría, RFID (Radio Frecuency Identification) (seguimiento de los objetos), el monitoreo de bioseñales (medicina), los juguetes interactivos, el control remoto de equipos electrodomésticos, etc.

Los procesos de automatización industrial han llegado al punto en que una maquina se comunica con la otra sin presencia de cables, o sea en modo inalámbrico. Las comunicaciones M2M (Machine to Machine), M2P (Machine to Person) y P2M (Person to Machine) son un nuevo reto para los expertos en el campo de las comunicaciones inalámbricas de corto alcance. Estas tecnologías tienen una trayectoria

de desarrollo de varias décadas atrás, pero lo que es novedoso, hoy en día, es introducir las comunicaciones inalámbricas en vez de utilizar el cableado. En general las tecnologías existentes en el campo de las comunicaciones inalámbricas son diversas y abarcan diferentes distancias de cobertura, velocidades de transmisión, complejidades y costos. En comunicaciones inalámbricas de corto alcance se destacan: Wi-Fi (medio y corto alcance), Bluetooth y Zigbee (corto alcance). En los casos de amplia cobertura y de mayor cantidad de datos a transmitir, son utilizadas tecnologías de transmisión de datos vía las redes celulares como GPRS (Global Packet Radio Service), UMTS (Universal Mobile Telecommunication System), etc.

En los sistemas de procesamiento distribuido, donde las máquinas desempeñan un trabajo en equipo, el producto de unas máquinas es la materia prima o insumo de otras máquinas. En estos ambientes industriales donde se establecen líneas o cadenas de producción, se requiere de una operación coordinada entre las máquinas. El correcto funcionamiento de toda la cadena de producción es de alta importancia, porque la falla en un punto en la cadena podría resultar en acumulación y deterioro de productos en otro punto y así afectar el proceso completo de producción.

En estos ambientes la comunicación entre las máquinas y la correcta coordinación en la operación se podría modernizar y mejorar mediante la aplicación de la tecnología ZigBee. Los sensores equipados con módulos ZigBee conforman un sistema de comunicación inalámbrica con un centro de control, a través del cual las máquinas pueden informar a las demás, sobre sus parámetros relevantes. El funcionamiento del sistema también puede ser equipado con los comandos de paradas de emergencia, alarmas audibles y visuales, etc. Además en el centro de control se puede llevar el registro sobre el estado de operación de cada máquina, cantidad de material producido, tiempo restante de funcionamiento, etc.

La aplicación de Zigbee en el ambiente M2M, M2P y P2M es de gran beneficio, en primer lugar porque se facilita su implementación y se reduce el costo del proceso de automatización industrial, dado que para una señal que viaja de un punto a otro no se requiere de una conexión física, sino que la información es transmitida por medio del espacio libre. También otra ventaja que se logra es el tener un sistema más seguro y confiable asumiendo que el cableado mismo es vulnerable a los daños por causas físicas, mecánicas y químicas. Un sistema de automatización industrial con soporte basado en redes inalámbricas como ZigBee, puede ser también incorporado como sistema redundante a los sistemas existentes, como una herramienta de seguridad y prevención en caso de emergencias en procesos críticos como incendios u otro tipo de eventos.

Otros aportes que puede introducir el ZigBee en la automatización de los procesos industriales son: los sistemas automatizados quedan de una apariencia más moderna y altamente fiables ofreciendo una misma calidad de servicio. Se puede decir que los equipos dentro de un proceso automatizado se vuelven más inteligentes y permite que los procesos operen sin intervención de las personas y sin presencia de cables. La solución exitosa requiere diseño multidisciplinario: tecnología de comunicación, hardware (equipos) y software que permite interoperabilidad.

4. UNA VISIÓN FUTURA APLICACIÓN ZIGBEE

Una de las futuras aplicaciones de ZigBee podría ser el diseño de un carrito de compra automatizado, que permitirá la compra de los productos sin intervención del personal de un supermercado. De este modo en los grandes supermercados se podría agilizar el servicio de compra y pago de los productos utilizando un carrito inteligente con ZigBee. Este

carrito inteligente debería tener las siguientes características: primero el carrito debería tener un dispositivo con una cámara de video. Al frente de esta cámara se debería tener un espacio donde se podría poner el producto que se quiere comprar. Una vez detectada la imagen de la presencia del producto el espacio al frente de cámara se debería cerrar y se procederá a la verificación del precio del producto de la siguiente manera: la cámara captará la imagen y la analizará bien con algoritmos de reconocimiento de objetos o bien con código de barras del producto. Con un software de reconocimiento de caracteres tipo OCR (Optical Character Recognaince) se identificará el número bajo el código de barras; la información numérica recuperada de las imágenes se pasará a un transmisor ZigBee. Se establece la comunicación con el nodo coordinador, el nodo coordinador pasará la información numérica recibida al computador central y se procederá la consulta de la base de datos de los precios de productos. El costo del producto, que es una información numérica, se devuelve atrás al nodo coordinador y retransmite al dispositivo final que requiere la información. En un display del carrito inteligente se mostrará el precio del producto. Si el usuario no está interesado en comprar el producto, puede oprimir el botón *reyect* y el producto se pasará a la canasta, donde el usuario lo podría coger y devolver a la vitrina. Automáticamente se liberará el espacio al frente del dispositivo con cámara o lector para estar disponible a chequear otro producto. Si el usuario quiere comprar el producto oprimirá el botón *comprar* y el producto se pasará a una parte del *carrito inteligente* sellada, así que no se podría sacar. En el display va aparecer el valor a pagar igual al costo del producto previamente identificado. Para otro producto se debería repetir todo el procedimiento. Después de comprar el otro producto en la pantalla del carrito inteligente aparecerá la suma de los dos productos comprados. Los productos una vez registrados como comprados, siempre se almacenan en una parte del carrito que permanece cerrada hasta que no se pagan los productos. Este carrito inteligente puede ser utilizado como opción de compra rápida, pero con la limitación de productos por el tamaño, tipo y cantidad que se pueden comprar.

Cuando el usuario finalmente quiere pagar los productos debe pasarse hacia una zona determinada. El carrito inteligente va ser equipado con el lector de las tarjetas bancarias. Los datos de la tarjeta y el valor de pago se intercambian inalámbricamente entre el carito y el sistema de pago utilizando comunicación ZigBee. Una vez terminado exitosamente el proceso de pago el usuario obtiene un recibo de pago y se procede automáticamente la apertura del espacio donde están almacenados los productos comprados así que el usuario podría recoger sus productos y llevarlos junto con el recibo de pago.

5. CONCLUSIONES

Hoy en día, se puede decir que la globalización del acceso a la información, ha facilitado los estudios, trabajos de investigación y en general el progreso tecnológico. También las nuevas ingenierías como mecatrónica, robótica industrial, ingeniería de control, telecomunicaciones, etc. aceleran estos avances. Se puede destacar que las comunicaciones inalámbricas de corto alcance tienen significativas aplicaciones y también muchas nuevas aplicaciones por descubrir. El ZigBee es una de las tecnologías de comunicación inalámbrica más accesible para experimentación e investigación. Esta propuesta de la aplicación de ZigBee en el diseño de un carrito de compra inteligente podría ser un interesante proyecto de investigación.

6. REFERENCIAS

Lee, J.S.; Su Y.W.; Shen C.C. A Comparative Study of Wireless Protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi. En: http://eee.guc.edu.eg/Announcements/Comparaitive_Wireless_Standards.pdf

Aragón Álvarez S. El cambiante escenario de las redes PAN. En: http://convergence.blogs.ie.edu/archives/convergence/2006/07/el_cambiante_es.php

Moreno J. M.; Ruiz Fernández D. Protocolo ZigBee. En. http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1109/7/Informe_ZigBee.pdf

Chris Downey. Moving Beyond Zigbee for Star Networks. White Paper de Laird Technologies Product Manager, Telematics & Wireless M2M

Starsinic M. System architecture challenges in the home M2M network. En: http://ieeexplore.ieee.org