

La tecnología NFC en teléfonos celulares, sus retos y aplicaciones

A. Anaya-Cantellán, I. López-Martínez
Instituto Tecnológico de Orizaba
División de Estudios de Posgrado e Investigación
Orizaba, Ver., México
alejandra_anaya@acm.org, ilopez@ito-depi.edu.mx

Resumen. Actualmente los teléfonos celulares forman parte importante de la vida diaria, ya que además de ser un medio de comunicación efectivo, tienen la capacidad de brindar diversos servicios gracias a la variedad de aplicaciones que poseen. Entre las características novedosas incorporadas en algunos teléfonos celulares se encuentra la tecnología de comunicación de campo cercano (NFC-Near Field Communication) la cual permite el intercambio de datos entre dos dispositivos que se encuentren habilitados con dicha tecnología de manera fácil y rápida. Además gracias a las características de la tecnología NFC actualmente se han desarrollado una gran variedad de aplicaciones que anteriormente no eran posibles de implementar. El objetivo del presente artículo es presentar los conceptos básicos de la tecnología NFC las ventajas que implica utilizarla y las aplicaciones en las que actualmente se está empleando. Asimismo se discuten los retos que dicha tecnología enfrenta hoy en día.

Palabras clave: NFC, etiquetas NFC, aplicaciones NFC, RFID, retos NFC.

1 Introducción

En la actualidad es de gran importancia que los sistemas informáticos posean la característica de facilidad de uso, ya que automatizan gran parte de las actividades cotidianas. NFC satisface esta necesidad al brindar al usuario una manera intuitiva de utilizar tecnología.

La comunicación de campo cercano (NFC- *Near Field Communication*) es una integración de las tecnologías RFID, tarjetas inteligentes y de comunicación inalámbrica. Opera a los 13.56 MHz y transfiere datos a una velocidad de 424 Kbits por segundo, lo que significa que está diseñada para transmitir pequeñas cantidades de información a una alta frecuencia. El funcionamiento de NFC es bastante sencillo ya que únicamente intervienen 2 dispositivos; el que inicia la comunicación, llamado “iniciador” y el que responde, denominado “objetivo”. El intercambio de información se inicia cuando los dispositivos se acercan uno con el otro a una distancia mínima de 10 cm. La principal aplicación de NFC es realizar pagos con teléfonos celulares, sin embargo actualmente se

está utilizando en un amplio rango de áreas tales como, educación, medicina, publicidad, control de accesos, identificación y control de activos, por mencionar algunos [1].

Desde el año 2005 se comenzaron a realizar proyectos de prueba para realizar pagos con móviles utilizando la tecnología NFC, sin embargo fue hasta el 2009 cuando se incrementó significativamente el desarrollo de aplicaciones NFC, ya que se realizaron proyectos en el área de NFC al menos en 38 países con resultados exitosos [2].

Es importante estar a la vanguardia con las tecnologías que van surgiendo, especialmente con este tipo de tecnología, la cual permite lograr una interacción simple entre el mundo real y el mundo digital utilizando etiquetas y un teléfono celular; además reduce la necesidad de portar demasiados objetos que se utilizan diariamente tales como tarjetas inteligentes, llaves y *tickets*. Debido a la gran cantidad de aspectos en los que se puede aplicar NFC, facilidad de uso y compatibilidad con otras tecnologías: 1) Tarjetas inteligentes, 2) RFID (Identificación por Radiofrecuencia- Radio Frequency Identification), 3) Comunicación inalámbrica; muchas organizaciones y compañías han vislumbrado el gran potencial de NFC [3].

El presente artículo se encuentra estructurado de la siguiente manera: en la sección 2 se describen los conceptos más importantes de la tecnología NFC, posteriormente en la sección 3 se presentan brevemente algunos trabajos relacionados, y finalmente en la sección 4 se discuten los retos que tiene NFC ya que al ser una tecnología relativamente nueva existen diversos aspectos que debe superar para llegar a ser ampliamente utilizada.

2 Conceptos

En esta sección se describen los conceptos más importantes para lograr una mejor comprensión del presente artículo.

2.1 NFC

NFC surgió en el año 2002, fue creada por la compañía Sony Philips con el objetivo de realizar comunicaciones inalámbricas, sin embargo fue hasta a principios del año 2009 cuando la tecnología comenzó a ser más utilizada debido a su integración en teléfonos celulares [3].

El objetivo de la tecnología NFC es brindar la posibilidad al usuario de interactuar con otras tecnologías existentes de una manera más natural, es decir, que no necesite realizar configuraciones para utilizarla y otorgar la experiencia de encontrarse en un ambiente intuitivo, además de otorgar la ventaja evidente de movilidad al estar integrado en un dispositivo que se utiliza ampliamente y es transportado fácilmente.

Una de las características más importantes de la tecnología NFC es que los dispositivos únicamente se comunican a una distancia muy corta, lo cual la hace una tecnología

potencial para el intercambio seguro de datos.

La integración de la tecnología NFC en los teléfonos celulares está incrementando gradualmente, incluso a diversos aparatos electrónicos tales como televisiones, cámaras digitales, bocinas, tabletas y computadoras, entre otros, se les está incorporando dicha tecnología.

Cabe mencionar que NFC es compatible con la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID- Radio Frequency Identification) y de tarjetas inteligentes que hoy en día se utilizan ampliamente para realizar pagos, identificación, control de accesos, entre otras aplicaciones [4].

Existen dos tipos de dispositivos NFC: activos y pasivos. Los dispositivos activos generan su propia energía para comunicarse, por otro lado los pasivos necesitan de la energía generada por un dispositivo activo para establecer comunicación [5].

2.1.1 Ventajas NFC

Las características de la tecnología NFC extienden sus posibilidades de uso y brindan grandes ventajas, algunas de las cuales son:

- Una mayor seguridad en la transferencia de datos, ya que debido a su comunicación de corto alcance (de 4 a 10 cm.) es más difícil que los datos puedan ser interceptados por terceras personas.
- La comunicación entre dispositivos se realiza rápida y fácilmente simplemente acercando los dispositivos, sin necesidad de realizar configuraciones.
- Gracias a sus tres modos de operación (Lectura/Escritura, Punto-a-Punto y Emulación de Tarjeta NFC) la tecnología NFC es aplicable a una extensa variedad de áreas.
- Ofrece una interacción intuitiva a los usuarios finales, especialmente para aquellos que no están acostumbrados a utilizar herramientas tecnológicas complejas. Los usuarios no necesitan tener conocimientos de la tecnología NFC para utilizarla.
- Es compatible con infraestructuras RFID y de tarjetas inteligentes.
- Debido a la integración de la tecnología NFC en los teléfonos celulares es posible explotar las capacidades que proveen los teléfonos móviles junto con las bondades de la tecnología NFC.

2.1.2 Aplicaciones de NFC

El hecho de poseer una tecnología que tiene un extenso número de aplicaciones en un dispositivo móvil, el cual está presente en nuestra vida cotidiana, es una ventaja importante. Algunas de las aplicaciones de la tecnología NFC son [6]:

- Pagos móviles y compra de boletos: Es la más utilizada, permite a los usuarios

realizar pagos en tiendas equipadas con un sistema de ventas NFC y comprar boletos de transporte, conciertos, entradas de cine, entre otras.

- Llaves electrónicas: Permite utilizar dispositivos NFC para abrir puertas y control de acceso.
- Identificación: Para utilizar teléfonos celulares con tecnología NFC en lugar de documentos oficiales de identificación.
- Transferencia de información: Hace posible acceder a la información almacenada en una etiqueta NFC, de igual manera almacenar información en etiquetas NFC.
- Servicios de configuración: La tecnología NFC es capaz de configurar de manera rápida otras tecnologías, por ejemplo Bluetooth.

2.1.3 Modos de operación de NFC

El Forum NFC es una organización que surgió en el año 2004 para promover el uso de la tecnología NFC y desarrollar estándares; entre ellos se encuentran los tres modos de operación de NFC: 1) Modo de lectura-escritura, 2) Modo punto-a-punto y 3) Modo emulación de tarjeta NFC, los cuales extienden las aplicaciones de la tecnología NFC.

El modo de operación de lectura-escritura se lleva a cabo mediante un dispositivo activo y una etiqueta (dispositivo pasivo). Las etiquetas NFC permiten almacenar/obtener datos.

Modo de operación emulación de tarjeta: Se realiza mediante un dispositivo activo NFC y un lector NFC. El dispositivo NFC tiene un comportamiento similar al de las tarjetas inteligentes.

Modo de operación punto-a-punto: Se realiza mediante dos dispositivos activos NFC. Permite el intercambio de datos. Por ejemplo: intercambio de imágenes, información, música, por mencionar algunos [1].

2.2 Etiquetas NFC

Las etiquetas NFC son dispositivos pasivos basados en estándares emitidos por el Forum NFC, las cuales pueden ser una tarjeta de memoria o una tarjeta inteligente con un microprocesador, que guardan/brindan algún tipo de información para ser almacenada/recuperada por dispositivos NFC activos.

Existen 4 tipos de etiquetas NFC:

- Etiqueta tipo 1: Hace posible leer y escribir información en este tipo de etiquetas, sin embargo pueden ser configuradas por el usuario para que únicamente se pueda leer datos de la misma.

- Etiqueta tipo 2: Tienen las mismas especificaciones que las etiquetas tipo 1, no obstante la capacidad de memoria de las etiquetas tipo 2 es mayor a las del tipo 1.
- Etiqueta tipo 3: Son configuradas previamente por el proveedor de las mismas para ser tanto reescritas, de lectura o solo-lectura. La capacidad de almacenamiento es variable.
- Etiqueta tipo 4: Al igual que las etiquetas tipo 3, son configuradas previamente para tener capacidades de reescritura, de solo-lectura o de lectura; sin embargo, soporta mayor cantidad de almacenamiento de datos que las tipo 3 [7].

2.3 Teléfonos celulares con tecnología NFC

El hecho de incorporar la tecnología NFC en los teléfonos celulares ha sido el suceso más importante y práctico porque le brindó movilidad a la tecnología NFC. Actualmente existe una gran variedad de teléfonos celulares incorporados con tecnología NFC cuyos precios son relativamente accesibles aunque varían dependiendo de las características de cada uno.

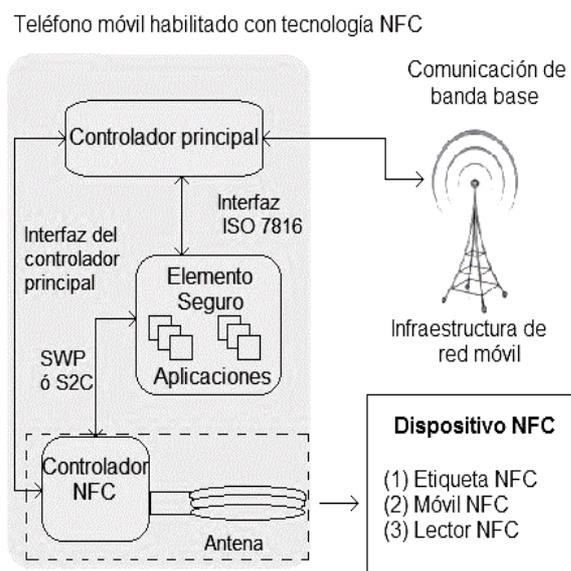


Fig. 1. Arquitectura general de teléfonos celulares con tecnología NFC [3].

En [3] se presenta la arquitectura general de los teléfonos celulares habilitados con

tecnología NFC, la cual está compuesta de distintos circuitos integrados, hardware para operaciones seguras llamado SE (Secure Element, Elemento Seguro) y una interfaz NFC; que a su vez está formada por un NFC CLF (Front-end sin contacto), una antena y un IC (controlador NFC) para la gestión de transacciones. La arquitectura se visualiza en la Fig. 1.

2.4 Estándares y protocolos

La tecnología NFC se encuentra estandarizada y obedece a protocolos formulados por algunas organizaciones tales como el Forum NFC, ISO/IEC, ECMA International. Los protocolos y estándares más importantes de la tecnología NFC son:

- ISO/IEC 14443: Se encarga de describir los parámetros necesarios para realizar la comunicación entre una tarjeta de proximidad y un dispositivo de acoplamiento de proximidad, además de determinar el formato de bytes.
- ISO 18092 (NFCIP-1) ó ECMA 340: Define los modos de comunicación de NFC, esquemas de modulación, velocidad de transferencia, esquemas de inicialización, además de mecanismos de control.
- ISO/IEC 21481 (NFCIP-2) ó ECMA 352: Determina mecanismos para seleccionar el modo de comunicación de NFC adecuado.
- ISO/IEC 15963: Describe el uso del Identificador de las etiquetas de radiofrecuencia y los sistemas disponibles para la identificación de dichas etiquetas [8].
- LLCP: Es un protocolo que provee un enlace entre dos dispositivos activos habilitados con tecnología NFC para llevar a cabo el modo de operación Punto-a-Punto. [9]
- NDEF: Brinda un formato estándar para el intercambio de datos entre dispositivos NFC.
- RTD: Especifica el formato y las condiciones que deben de cumplir los datos para construir los tipos de registro basados en el formato NDEF. Incluye especificaciones para registro de texto, URI (Uniform Resource Identifier, Identificador Uniforme de Recursos), datos para carteles inteligentes, firmas y controles genéricos [10].

2.5 RFID

La Identificación por Radiofrecuencia (RFID-Radio Frequency Identification) es una tecnología de comunicación entre una etiqueta y un lector RFID con el objetivo de identificar y rastrear objetos; utiliza ondas electromagnéticas para generar la energía necesaria para la lograr dicha comunicación. Cabe destacar que las etiquetas que utiliza RFID son activas y pasivas, a diferencia de NFC que únicamente trabaja con etiquetas

pasivas. Además el rango de comunicación de RFID es más amplio ya que puede comunicarse a distancias de hasta varios metros [3].

Algunas de las aplicaciones de RFID son [3]:

- Control de inventario: Se emplea en las tiendas para controlar la mercancía que se vende, RFID es muy utilizada para el control de activos.
- Transporte público: Algunos medios de transporte en algunos países utilizan sistemas RFID para efectuar los pagos.
- Pasaportes: Se insertan etiquetas RFID en los documentos oficiales como el caso de los pasaportes para evitar falsificaciones.
- Autopistas: Se utiliza para calcular el costo del viaje de los vehículos en las autopistas mediante etiquetas RFID.

3 Trabajos Relacionados

En [11] se reporta una aplicación en Java que permite visualizar y actualizar la información relativa de elementos de construcción tales como ventanas, bloques de concreto, vigas de acero, entre otros; los cuales fueron marcados con etiquetas NFC.

En este trabajo se propone el uso de Servicios Web para obtener y actualizar la información de los elementos, sin embargo, no se documenta una arquitectura formalmente definida. Además se resalta que una de las ventajas de utilizar la tecnología NFC, es la capacidad de permitir que un solo dispositivo identifique a un elemento y además modifique su información.

En [4] se presenta una clasificación de aplicaciones NFC existentes de acuerdo a su modo de operación con el objetivo de mostrar claramente la diferencia entre los 3 con los que trabaja, y demostrar que NFC ha empezado a ser utilizado en diferentes ámbitos.

La comunicación entre dos dispositivos NFC se restringe a una distancia máxima de 10 cm., sin embargo en [6] se señala que su capacidad de corto alcance no es una desventaja, ya que evita accesos no intencionados pero para aplicaciones que manejan datos que requieren altas medidas de seguridad es importante implementar mecanismos que codifiquen los datos de manera que se transmitan los mismos de manera segura, como por ejemplo SSL (*Secure Sockets Layer*, Capa de Conexión Segura) [4].

En [5] se presenta un sistema de supervisión de asistencia en una escuela primaria de Finlandia. El funcionamiento del sistema consiste en que el estudiante debe acercarse una tarjeta equipada con etiquetas NFC a un lector NFC para registrar su entrada y salida de la escuela. Los datos del estudiante son registrados en el sistema y automáticamente se envía un mensaje de texto a su tutor para mantenerlo informado del acceso y egreso de su hijo en el plantel Institucional. El desarrollo e implementación del sistema brindó grandes beneficios, ya que hizo posible que los alumnos registraran su asistencia fácil y rápidamente, además los profesores evitaban invertir tiempo en el registro de asistencia de

los alumnos.

De acuerdo a un estudio presentado en [12] se obtiene como resultado que los sistemas NFC son fáciles de utilizar e intuitivos ya que el estudio consistió en observar a un grupo de 17 personas utilizando un sistema NFC sin una capacitación previa y todos los usuarios interactuaron adecuadamente con el sistema, además de que los tiempos de realización de cada tarea fueron relativamente cortos.

Debido a su modo de operación de emulación de tarjeta NFC, en el que el teléfono celular actúa como una tarjeta inteligente, la cual contiene datos que comprometen la seguridad del usuario es necesario establecer mecanismos que brinden seguridad a dichos datos, en [13] se propone una plataforma para gestionar de forma segura las aplicaciones de tarjetas inteligentes en dispositivos NFC. Además se describe la arquitectura utilizada y los 3 prototipos desarrollados.

Se evaluaron los prototipos y se obtuvo como resultado que el concepto propuesto es factible, sin embargo menciona que para una implementación real existen algunos problemas que deben ser solucionados ya que ninguno de los prototipos brindó un resultado óptimo.

En [14] se resalta la facilidad de interacción entre el mundo real y el mundo virtual que brinda la tecnología NFC, ya que se asociaron objetos reales con información relevante utilizando etiquetas NFC con la finalidad de publicar la información asociada a los objetos en la red social *Facebook* rápida y fácilmente.

En [15] Christoph Busold y sus colegas proponen una arquitectura de seguridad para un sistema inmovilizador de automóviles (un dispositivo antirrobo que impide arrancar el motor del automóvil a menos que el dueño del vehículo se autentifique) basado en Smartphones (teléfonos inteligentes) que se encuentren equipados con tecnología NFC. Evidentemente este tipo de sistemas requiere altas medidas de seguridad y para solventarlas se propone utilizar una zona dentro de la aplicación móvil, la cual se llama *Trusted Execution Environment* (Ambiente de Ejecución Confiable) en la que se van a implementar mecanismos de cifrado para asegurar la integridad de los datos.

4. Discusión

A continuación se presentan y discuten los retos que actualmente tiene la tecnología NFC.

- Para el desarrollo de sistemas NFC no se cuenta con una arquitectura estándar. Se encuentran documentados sistemas que utilizan la tecnología NFC para diferentes áreas y aplicaciones, sin embargo cada sistema NFC desarrollado propone su propia arquitectura, como se observa en los artículos [13][14][15]. Con la finalidad de agilizar el desarrollo de sistemas NFC es conveniente contar con una arquitectura estándar que brinde la estructura de sistemas NFC.
- El hecho de que actualmente no todos los teléfonos celulares están habilitados con

tecnología NFC limita su usabilidad, ya que no es posible explotar dicha tecnología si no se cuenta con un dispositivo NFC. Muchas compañías vislumbran la potencia de la tecnología NFC, sin embargo todas ellas compiten por obtener las mayores ganancias y aún no han llegado a un acuerdo en el que todas ellas se beneficien por igual, y como consecuencia se incrementa el número de teléfonos celulares con tecnología NFC a precios más accesibles [3].

- Debido a que NFC es una tecnología relativamente nueva en la cual su principal aplicación son pagos móviles, es importante incrementar los modelos y mecanismos de seguridad en las aplicaciones y sistemas NFC para que los usuarios sientan confianza en utilizar dicha tecnología y por lo tanto la acepten ampliamente.
- La dependencia de la tecnología NFC con otras tecnologías, ya que para desarrollar sistemas en el campo de NFC se necesita tener conocimientos en RFID, tarjetas inteligentes y comunicaciones inalámbricas, por mencionar algunas.

Los retos más factibles por atacar son: 1) el desarrollo de una arquitectura estándar para la construcción de sistemas NFC; y 2) incrementar los modelos y mecanismos de seguridad; ya que no dependen de la intervención de grandes compañías para solventarlos.

5. Conclusiones

Al realizar el análisis de los trabajos relacionados se aprecia que la tecnología NFC es utilizada en diferentes áreas gracias a sus 3 modos de operación: 1) lectura-escritura, 2) emulación de tarjeta, 3) punto-a-punto; que le brindan un extenso número de aplicaciones.

La tecnología NFC está basada en RFID, sin embargo existen algunas diferencias entre ambas como son su rango de comunicación y los tipos de etiquetas que utilizan respectivamente.

Se presentaron y discutieron los retos que actualmente la tecnología NFC enfrenta y se determinó que el desarrollo de una arquitectura estándar es uno de los retos más factibles y prioritarios por resolver debido a que para desarrollar sistemas NFC es necesario tener conocimientos de diferentes tecnologías, lo que conlleva a personas que empiezan a incursionar en el campo de NFC a emplear una gran cantidad de tiempo en obtener los conocimientos necesarios. Por lo tanto contar con una arquitectura estándar para sistemas NFC es de suma importancia para lograr su desarrollo en un tiempo relativamente más corto.

6. Trabajo a futuro

Como trabajo futuro se contempla el desarrollo de una arquitectura para sistemas NFC basada en Servicios Web para dispositivos con sistema operativo Android.

Agradecimientos

Los autores de este artículo agradecemos al CONACyT y a la DGEST por el apoyo y confianza depositados para la investigación y desarrollo del presente.

Referencias

1. K. Ok, M. N. Aydin, V. Coskun, and B. Ozdenizci, Exploring underlying values of NFC applications, in Proc. of International Conf. on Management Technology and Applications (ICMTA 2010), Singapur, Singapur, pp. 10–12, (2010)
2. Syed A. Ahson, Mohammad Uyas. Near Field Communications Handbook. Broken Sound Parkway NW: CRC Press, pp.68-75. (2012)
3. Vedat Coskun, Kerem Ok, Busra Ozdenizci. Near Field Communication From Theory to Practice. United Kingdom: Wiley, pp.106-113, (2012)
4. M. Riyazuddin, “NFC: A review of the technology, applications and security.”
5. M. Ervasti, M. Isomursu, and M. Kinnula, Bringing technology into school: NFC-enabled school attendance supervision, in Proceedings of the 8th international conference on mobile and ubiquitous multimedia, p. 4. (2009)
6. A. Paus, “Near field communication in cell phones,” Chair for Communication Security, vol. 24, p. 8, (2007)
7. NFC Forum. Tag Type Technical Specifications. Internet: <http://nfc-forum.org/our-work/specifications-and-application-documents/specifications/tag-type-technical-specifications/>, Febrero 2, (2014)
8. S. Pampattiwar, Literature Survey on NFC, Applications and Controller, in International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 3, (2012)
9. NFC Forum. Protocol Technical Specifications. Internet: <http://nfc-forum.org/our-work/specifications-and-application-documents/specifications/protocol-technical-specifications/>, Febrero 1, (2014)
10. NFC Forum. Tag Type Technical Specifications. Internet: <http://nfc-forum.org/our-work/specifications-and-application-documents/specifications/tag-type-technical-specifications/>, Febrero 2, (2014)
11. R. Kelkka, T. Kallonen, and J. Ikonen, Remote identification and information processing with a near field communication compatible mobile phone, in Proceedings of the International Conference on Computer Systems and Technologies and Workshop for PhD Students in Computing, 2009, p. 49.
12. International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments, Proceedings of the 2nd International Conference on PErvasive [sic] Technologies Related to Assistive Environments 2009, Corfu, Greece, June 09-13, 2009. New York, N.Y.: ACM Press, (2009)
13. G. Madlmayr, A mobile trusted computing architecture for a near field communication ecosystem, in Proceedings of the 10th international conference

- on information integration and web-based applications & services, pp. 563–566, (2008)
14. R. Hardy, E. Rukzio, P. Holleis, and M. Wagner, Mystate: sharing social and contextual information through touch interactions with tagged objects, in Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services, pp. 475–484, (2011)
 15. C. Busold, A. Taha, C. Wachsmann, A. Dmitrienko, H. Seudié, M. Sobhani, and A.-R. Sadeghi, Smart keys for cyber-cars: secure smartphone-based NFC-enabled car immobilizer, in Proceedings of the third ACM conference on Data and application security and privacy, pp. 233–242, (2013)