

# Los aspectos Bluetooth de las aplicaciones de rastreo COVID

Javier López Iniesta Díaz del Campo  
Jorge Quijorna Santos  
Fernando García Gutiérrez

3 de Mayo de 2021

E.T.S.I. Telecomunicación. Universidad Politécnica de Madrid, España.

**Resumen**—La mayoría de las aplicaciones que permiten el rastreo de contactos por COVID-19 se basan en el uso de Bluetooth. Para garantizar la privacidad y seguridad de los usuarios se usa el protocolo DP<sup>3</sup>T mediante claves aleatorias que cambian periódicamente. Estas claves no almacenan ningún tipo de datos personales y los identificadores se borran pasados 14 días, ya que no hay más riesgo de contagio transcurrido ese tiempo. Al usar un protocolo común, las aplicaciones usadas en la Unión Europea se pueden comunicar entre sí, para facilitar el rastreo cuando se viaja a otros países miembros.

**Palabras clave**—Bluetooth, COVID-19, DP<sup>3</sup>T, rastreo, privacidad.

## I. INTRODUCCIÓN

En diciembre de 2019 ocurrió algo que cambiaría nuestra vida tal y como la conocíamos, apareció el primer caso de SARS-CoV-2, o también conocido como COVID-19 en Wuhan (China). Desde entonces las mascarillas y el gel hidroalcohólico han pasado a formar parte de nuestro día a día. Como se ha demostrado científicamente, una persona puede estar infectada y estar transmitiendo el virus entre 48 y 72 horas antes de ser detectado a través de alguna prueba de detección (PCR, test de antígenos...). Por lo tanto, resulta necesario realizar un seguimiento a través de aplicaciones móviles que permitan conocer si has estado expuesto al virus cuando una persona con la que has estado en contacto los días previos ha dado positivo, con el fin de aislar a los posibles sospechosos o contagiados.

Muchos países han desarrollado aplicaciones para poder realizar dicho seguimiento de forma anónima y segura. Uno de ellos ha sido España, que ha desarrollado la aplicación de *Radar COVID* [1]. En el presente artículo se detalla el uso de Bluetooth para recopilar dichos identificadores, además se explica como se consigue la seguridad y privacidad en los datos.

## II. METODOLOGÍA

Con el fin de permitir a los países y autoridades sanitarias un soporte para poder realizar el seguimiento de personas de forma anónima y segura, *Google* y *Apple* han desarrollado de forma conjunta una herramienta [2]. Esta herramienta llamada DP<sup>3</sup>T [3] (usada en *Radar COVID*) fue creada para poder realizar un rastreo de proximidad descentralizado preservando la privacidad de la gente, sin almacenar información en servidores [4].

Estas aplicaciones de rastreo usan Bluetooth (IEEE 802.15.1), con el protocolo DP<sup>3</sup>T como base para su desarrollo tanto en iOS como en Android de una forma similar, ya que inicialmente en iOS no permitía enviar los identificadores cuando la app estaba en segundo plano. De forma que el usuario, lo único que debe de hacer es tener activado el Bluetooth en su smartphone para que el dispositivo puedan intercambiar identificadores Bluetooth aleatorios que cambian constantemente con otro dispositivo cercano.

Si en algún momento alguna persona da positivo en COVID-19, debe decidir si quiere reportarlo o no. En caso de que esa persona dé su consentimiento, el sistema le solicita un código de validación de 12 dígitos para verificar el resultado positivo de una prueba COVID. En ese instante, se carga el historial de los últimos 14 días al sistema central, que contiene cuanto tiempo fue válida esa clave, el número de intervalo de tiempo que fue creada la clave de diagnóstico y el nivel de riesgo de transmisión. Este historial permite recrear un informe de posibles contactos con la persona positiva, dependiendo del nivel de exposición al que has estado expuesto.

El algoritmo usado para detectar la exposición al virus únicamente depende del tiempo de exposición y la distancia a la que se produce la misma. Dicha distancia es obtenida a partir de la atenuación de la señal Bluetooth en los identificadores intercambiados entre varios dispositivos. De esta forma, se calcula el riesgo de exposición al virus a través de la exposición acumulada, AE[dB], mediante la siguiente fórmula:

$$AE = \sum Att_{low} \cdot t_{low} + \sum Att_{med} \cdot t_{med} + \sum Att_{high} \cdot t_{high} \quad (1)$$

Siendo,  $Att_{low}$  el peso asignado cuando el nivel de exposición (distancia) es bajo, y  $t_{low}$  el tiempo expuesto con dicha exposición. Del mismo modo,  $Att_{med}$  es el peso si la exposición es media, con su respectivo tiempo,  $t_{med}$ . Por último,  $Att_{high}$  es el peso si supera el umbral de atenuación media, con su tiempo  $t_{high}$ . Si esta exposición acumulada supera un cierto umbral se notifica a los usuarios que hayan sido contacto estrecho de ese positivo, recibiendo una notificación en su smartphone [5]. La Figura 1 muestra un esquema del funcionamiento de las aplicaciones de rastreo que se basan en el protocolo DP<sup>3</sup>T.

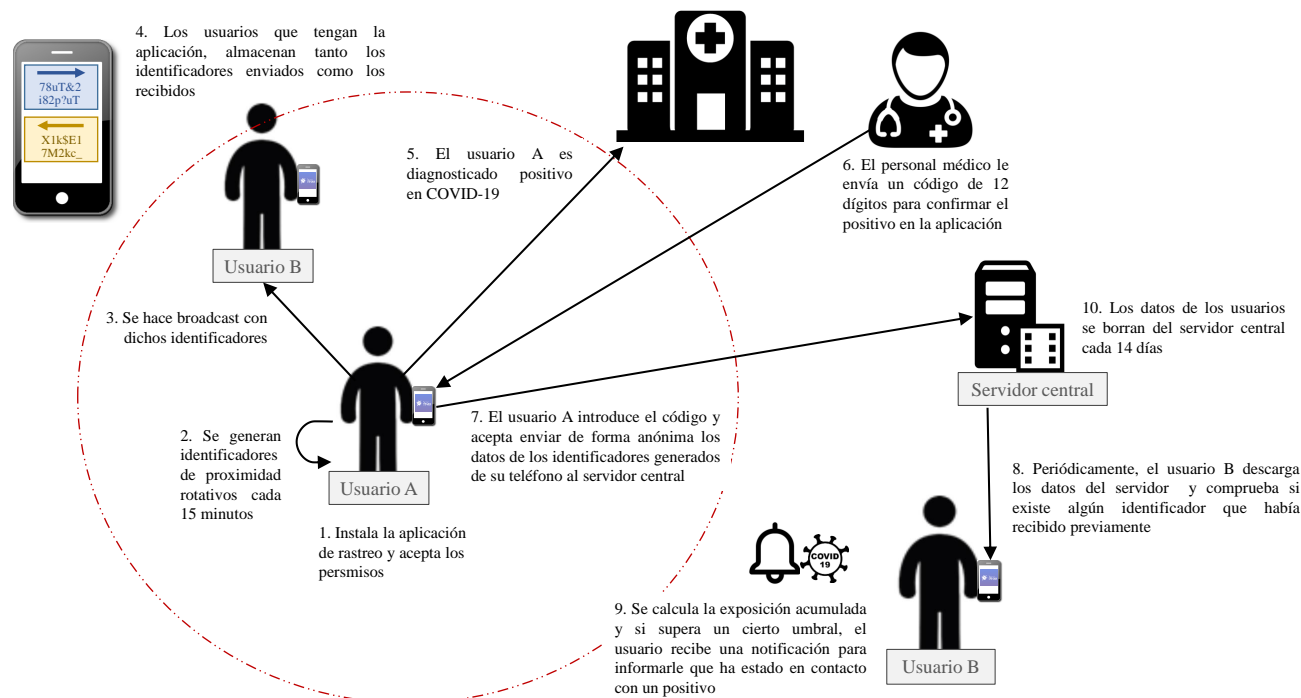


Figura 1: Esquema del funcionamiento de las aplicaciones de rastreo.

### III. SEGURIDAD Y PRIVACIDAD

Como es lógico, el usuario puede llegar a temer por la violación de su privacidad por estar realizando continuamente envíos de información a los servidores de la aplicación, ya sean datos personales de este o su estado de salud.

Los creadores han tenido en cuenta esto, por lo que han hecho que la aplicación no recopile ningún dato que permita rastrear la identidad del usuario, como nombre, apellidos, dirección o número de teléfono [6]. Además, estas aplicaciones tampoco recogen la ubicación de ningún usuario [7]. En definitiva, no manejan ninguna información susceptible de ser vendida o utilizada de forma comercial, ya que es un proyecto sin ánimo de lucro. La forma de realizar el rastreo se hace mediante Bluetooth a través de números aleatorios criptográficamente seguros que se cambian cada 24 horas, llamados Claves Temporales de Exposición.

Desde la versión 4.2 de Bluetooth, si emparejamos nuestro teléfono con un dispositivo Bluetooth de forma voluntaria se comunica la MAC real [2]. En cambio, si no se ha emparejado, cambia por motivos de privacidad y seguridad. Cada vez que cambia alguna de estas, se genera un identificador de proximidad rotativo que dura unos 15 minutos, a partir de la Clave Temporal de Exposición. Este identificador es un paquete de 16 bytes donde se incluye entre otros, el dato de la intensidad de la señal Bluetooth para determinar la distancia al resto de dispositivos cercanos o el tiempo transcurrido desde que se generó dicho identificador.

Tanto los datos almacenados en tu dispositivo (Claves Temporales de Exposición) como los recogidos por el servidor, procedentes de dispositivos con resultado positivo se borran cada 14 días para evitar problemas de seguridad. Las claves se transmiten desde los dispositivos móviles encriptadas hacia el servidor para que cualquier aplicación *Radar COVID* pueda hacer uso de ellas. Además, ningún dato almacenado en los teléfonos móviles o en el servidor permiten la identificación del móvil o usuario del mismo, como tampoco recopila nada relacionado con el posible contacto frente a un positivo, como quien ha sido el positivo o el lugar donde se produjo.

### IV. FUNCIONAMIENTO EN OTROS PAÍSES

Es importante destacar que el funcionamiento de *Radar COVID*, es muy similar al de la mayoría de aplicaciones que se utilizan en Europa, por ello se considera interoperable. Es decir, un usuario podría viajar a cualquier país de Unión Europea y que *Radar COVID* se pudiera comunicar con la app que se utilice en dicho país, teniendo el mismo funcionamiento que si se utilizase en España [8]. En esta sección nos centraremos en el análisis de apps que se utilizan en otros países del mundo y que presentan diferencias más relevantes con respecto a *Radar COVID*.

Para empezar, *Aarogya Setu* es la app que se utiliza en la India [9]. Esta aplicación se diferencia del resto en que utiliza la ubicación del dispositivo, de esta forma es capaz de informar al usuario sobre el número de personas que han dado positivo en COVID en ese mes en un radio de hasta 10 km [10]. *Yixiaosou*, el programa utilizado en

China, sigue esta filosofía de utilizar la geolocalización de los dispositivos para controlar los casos positivos del país. Además utiliza una serie de códigos QR que cada usuario debe escanear y, teniendo en cuenta la información de la que dispongan las autoridades chinas, asigna una etiqueta de color al usuario en función de la probabilidad que que tenga de contagiarse al resto [11]. Cabe destacar que, en lugar de ser una app, *Yixiaosou* es una extensión de la aplicación *WeChat* (equivalente al *Whatsapp* occidental) de tal forma que no hay que instalar ninguna aplicación, basta con descargar la extensión.

Por último, en Estados Unidos, no se está usando una aplicación común en todo el país. Hay estados que no se sienten seguros con estas aplicaciones en términos de privacidad y otros que están utilizando sus propias aplicaciones [12]. Dos ejemplos son *Crush Covid* y *Healthy Together*. La primera se utiliza en Rhode Island y, al igual que las anteriores, utiliza la ubicación y añade una funcionalidad llamada “Mi diario de ubicación” que, con los datos GPS recopilados, permite almacenar durante 20 días los sitios en los que el usuario ha estado y las personas con las que ha estado. Dicha información se comparte únicamente si el usuario así lo permite [13]. *Healthy Together* tiene su origen en Utah, aunque puede utilizarse en otros países. Esta app funciona de manera similar a *Radar COVID* pero usando datos geolocalización, al igual que en los casos anteriores, que se comprometen a eliminar 30 días después. Esta app interconecta a los usuarios vía Bluetooth y guarda el registro de que 2 personas han coincidido. Si una de ellas da positivo, la app notifica a la otra persona que ha sido expuesta y recibe una llamada para realizarse una PCR [14].

## V. LÍNEAS FUTURAS

En esta sección se incluyen tres propuestas que podrían servir para mejorar la funcionalidad de la aplicación. Cabe destacar que consideramos que algunas de estas propuestas no se han hecho efectivas todavía debido a la política de no obtener datos sobre la localización de los usuarios, pero si se tuvieran en cuenta o se encontrara la forma de aplicarlas sin poner en riesgo la privacidad de las personas, la aplicación mejoraría considerablemente su funcionalidad. *Radar COVID* actualmente te informa sobre si has estado en contacto con algún positivo ese día o días anteriores. Según los expertos, la COVID-19 podría permanecer en el aire y en superficies, horas e incluso días. Por ello, queremos ir más allá y que la aplicación informe del porcentaje de riesgo al que el usuario ha estado sometido en función de los sitios en los que ha estado y si en esos sitios ha habido algún positivo en las 24h anteriores a que él o ella estuviera allí, con independencia de que los usuarios compartan franja temporal. De esta forma, añadiríamos un sumando a la ecuación de la exposición acumulada y el usuario en la aplicación vería un porcentaje de riesgo en lugar de únicamente los mensajes “Tu exposición es baja” o “Tu exposición es alta”, porcentaje que habría sido hallado considerando un

factor adicional que hasta ahora no se había tenido en cuenta.

La segunda propuesta viene como consecuencia de que actualmente mientras que los sistemas iOS no necesitan tener la geolocalización activada para que funcione la aplicación, los sistemas Android sí, pues su sistema operativo es más limitado y hace falta activar el GPS para que el dispositivo Android pueda buscar señales de Bluetooth Low Energy [15]. Consideramos que habría que trabajar en esto con el objetivo de que los sistemas Android sean capaces de encontrar estas señales sin necesidad de tener la geolocalización activada.

Finalmente, como tercera mejora, proponemos añadir una nueva funcionalidad a la aplicación para que al igual que *Omnicalculator* te informe acerca de cuándo te tocará aproximadamente recibir la vacuna contra la COVID-19 pero de una forma distinta. Mientras que en *Omnicalculator* para obtener esta fecha tienes que rellenar un pequeño formulario, en *Radar COVID* bastaría con poner la edad y si eres una persona de riesgo o no. De esta forma, teniendo en cuenta esto y los lugares que frecuenta el usuario, la aplicación estimaría a cuánto peligro está sometido diariamente con el fin de proporcionar una fecha orientativa de cuándo podría ser vacunado.

## VI. CONCLUSIÓN

Para finalizar, las aplicaciones de rastreo COVID descentralizadas resultan muy eficaces para poder detectar posibles contagios gracias al uso de Bluetooth y mediante el protocolo DP<sup>3</sup>T. Cabe señalar que mediante el uso de estas herramientas se permite realizar un seguimiento internacional de forma anónima y segura.

Sin embargo, se pueden encontrar algunas imperfecciones a este sistema. Una de ellas es que para obtener la máxima eficiencia, sería necesario que entre un 50 % y un 70 % de la población tuviera instalada la aplicación y en España solo lo han hecho un 10 %, por ello, sería necesario buscar un incentivo para lograr llegar a esas cifras de utilización. En otros países estas aplicaciones de rastreo han sido más relevantes debido a su obligatoriedad. Asimismo, con el fin de garantizar que las personas que hayan estado expuestas al virus cumplan la cuarentena obligatoria sería necesaria la intervención de personal sanitario y los cuerpos de seguridad.

Por último, destacar que el uso de estas aplicaciones ayuda al control de la pandemia mundial sin requerir un gran esfuerzo por parte del usuario y facilita la labor de los rastreadores, aunque faltan aspectos por mejorar.

## REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Sanidad, “Radar COVID,” 2020, [En línea]. Diponible en: <https://github.com/RadarCOVID>. Accedido: 30-abr-2021.
- [2] J. César Fernández, “Así es Radar COVID por dentro,” 2020, [En línea]. Diponible en: <https://www.applesfera.com/desarrollo-de-software/asi-radarcovid-dentro-analisis-aplicacion-notificacion-exposicion>. Accedido: 28-abr-2021.
- [3] C. Troncoso *et al.*, “DP-3T,” 2020, [En línea]. Diponible en: <https://github.com/DP-3T>. Accedido: 29-abr-2021.
- [4] N. Ahmed *et al.*, “A survey of covid-19 contact tracing apps,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 134 577–134 601, 2020.
- [5] F. J. Moya, “Coronavirus: así funcionan las aplicaciones de rastreo de contactos,” 2020, [En línea]. Diponible en: <https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20200421/app-rastreo-contactos-coronavirus-7934616>. Accedido: 01-may-2021.
- [6] Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, “Preguntas y respuestas sobre la aplicación de localización de contactos Radar COVID-19,” 2020, [En línea]. Diponible en: [https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Preguntas\\_y\\_respuestas\\_RADAR-COVID.pdf](https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Preguntas_y_respuestas_RADAR-COVID.pdf). Accedido: 03-may-2021.
- [7] Gobierno de España, “Radar COVID-19,” 2020, [En línea]. Diponible en: <https://radarcovid.gob.es/politica-de-privacidad>. Accedido: 03-may-2021.
- [8] European Commission, “Mobile contact tracing apps in EU Member States,” 2020, [En línea]. Diponible en: [https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/coronavirus-response/travel-during-coronavirus-pandemic/mobile-contact-tracing-apps-eu-member-states\\_en](https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/coronavirus-response/travel-during-coronavirus-pandemic/mobile-contact-tracing-apps-eu-member-states_en). Accedido: 28-abr-2021.
- [9] Wikipedia, “Aarogya Setu,” 2020, [En línea]. Diponible en: [https://en.wikipedia.org/wiki/Aarogya\\_Setu#cite\\_note-11](https://en.wikipedia.org/wiki/Aarogya_Setu#cite_note-11). Accedido: 29-abr-2021.
- [10] B. Dhawan, “Aarogya Setu announces Bluetooth proximity feature for contact tracing! Here’s how to check,” 2020, [En línea]. Diponible en: <https://www.financialexpress.com/industry/technology/aarogya-setu-announces-bluetooth-proximity-feature-for-contact-tracing-heres-how-to-check/2014917/>. Accedido: 29-abr-2021.
- [11] Extra Software, “Tecnología y apps contra el coronavirus en China, Corea y España,” 2020, [En línea]. Diponible en: <http://www.extrasoft.es/apps-contra-el-coronavirus-espana-2/>. Accedido: 01-may-2021.
- [12] france24, “EEUU apuesta por aplicaciones y rastreadores humanos para detectar la COVID-19,” 2020, [En línea]. Diponible en: <https://www.france24.com/es/20200525-eeuu-apuesta-por-aplicaciones-y-rastreadores-humanos-para-detectar-la-covid-19>. Accedido: 01-may-2021.
- [13] Departamento de salud de Rhode Island, “Crush COVID RI,” 2020, [En línea]. Diponible en: <https://covid.ri.gov/covid-19-prevention/crush-covid-ri?language=es>. Accedido: 01-may-2021.
- [14] Healthy Together, “How does Healthy Together’s Contact Tracing work with Bluetooth,” 2020, [En línea]. Diponible en: <https://www.healthytogether.io/app/contact-tracing/bluetooth>. Accedido: 01-may-2021.
- [15] O. Aguilera, “Boletín especial: Aplicación Radar COVID,” 2020, [En línea]. Diponible en: <https://ticnegocios.camaravalencia.com/servicios/tendencias/boletin-especial-aplicacion-radar-covid/>. Accedido: 03-may-2021.

## Contribución de los autores en el artículo:

**Javier López Iniesta Díaz del Campo:** Metodología, creación de la Figura 1, formato del artículo mediante  $\text{\LaTeX}$ , resumen, introducción y conclusión. Revisión y edición del documento.

**Jorge Quijorna Santos:** Funcionamiento en otros países, líneas futuras de investigación, resumen, introducción y conclusión. Revisión y edición del documento.

**Fernando García Gutiérrez:** Seguridad y privacidad, resumen, introducción y conclusión. Revisión y edición del documento.