

ردیابی رقمی تماس: راه‌حلی برای جلوگیری از انتشار ویروس کرونا

محمد رضا ملک*^۱، ماهدیس ملک^۲، ماهنوش ملک^۳

^۱دانشیار دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
mrmalek@kntu.ac.ir

^۲دانشجوی پزشکی (اینترن) - دانشکده پزشکی - دانشگاه علوم پزشکی مشهد
maahdismalek@gmail.com

^۳دانشجوی پزشکی (اینترن) - دانشکده پزشکی قشم - دانشگاه آزاد اسلامی
maah_malek@yahoo.com

(تاریخ دریافت خرداد ۱۳۹۹، تاریخ تصویب مهر ۱۳۹۹)

چکیده

کووید-۱۹ روی زندگی بشر نوین اثرات عمیقی گذاشته و معلوم نیست که چه تاثیری در آینده از آن باقی خواهد ماند. تا تاریخ نگارش مقاله ۳۷۵۰۸۱۴۱ تن مبتلا به این بیماری و ۱۰۷۸۰۰۹ تن جان خود را از این بابت از دست داده‌اند. از سالیان متمادی ردیابی تماس^۲ روش اصلی برای جلوگیری از انتشار عموم بیماری‌های واگیردار و بویژه جداسازی افراد مبتلا از دیگران بوده است. برای مثال ریشه-کنی آبله نه بخاطر ایمن‌سازی عمومی بلکه بواسطه ردیابی تماس میسر شد. از منظر رسمی، ردیابی تماس یعنی یافتن افرادی که فرد آلوده و بیمار با آنها تماس داشته است. این داده همراه با سایر اطلاعات مرتبط، سلسله‌وار از سایر افراد در تماس با فرد نخست نیز اخذ می‌شود. پیشرفت‌های اخیر در زمینه فناوری‌های موقعیت‌یابی، رایانش همراه شبکه‌ی بی‌سیم این امکان را فراهم ساخته تا وارد عصر نوینی از ردیابی تماس شویم که می‌توان آنرا ردیابی رقمی تماس نامید. حال در این شرایط گرچه راه‌حلی جدید و بسیار نوآورانه برای یک مساله مهم یافت شده ولی خود سوالات و ابهامات جدیدی را فراهم ساخته است. یکی از مهمترین چالش‌های فرارو، عدم استقبال مردم از چنین سیستمی بخاطر حفظ حریم شخصی است. زیرا در سیستم‌های متمرکز با دانستن موقعیت افراد، کسانیکه با آنها در تماس بوده و محل چنین تماس‌هایی که اطلاعات کاملاً شخصی محسوب می‌شوند، امکان سوء استفاده را فراهم می‌سازد. از سوی دیگر مدیریت قوی و اثربخشی آن در مهار انتشار ویروس کرونا نیاز به اطلاعات دقیق و کامل دارد. در مقاله حاضر ضمن مرور ابزار ردیابی رقمی، سیستم‌های متمرکز و غیر متمرکز، مزایا و معایب هر کدام بررسی می‌شوند.

واژگان کلیدی: ردیابی تماس، کووید-۱۹، موقعیت‌یابی، مجاوریابی، خدمات مکان‌مبنا

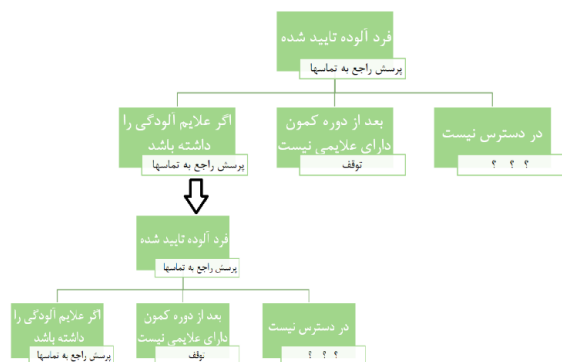
* نویسنده رابط

^۱ COVID 19

^۲ Contact tracing

۱- مقدمه

آن است. این روش خود عوارض دیگری نیز دارد، برای نمونه احتمال بالای نزدیکی مصاحبه‌کننده با مصاحبه‌شونده است.



تکرار و ادامه روند

شکل ۱- روند عمومی ردیابی تماس

پیشرفت‌های اخیر در زمینه فناوری‌های موقعیت-یابی، رایانش همراه شبکه‌ی بی‌سیم این امکان را فراهم ساخته تا وارد عصر نوینی از ردیابی تماس شویم که می‌توان آنرا ردیابی رقمی تماس^۳ نامید. این روش می‌تواند مشکلات روشهای متداول را حل کند. برای نمونه می‌توان آنرا تا هر مقیاس دلخواهی گسترش داد. از آنجا که داده‌های موقعیتی و مدت تماس و تلاقی ثبت می‌شوند بنابراین نیازی به یادآوری ذهنی آنها نیست. تمام این اطلاعات را می‌توان بصورت خودکار جمع‌آوری، ثبت و در آخر تحلیل و پردازش کرد. این روش، امکان ارزیابی خدمات بعدی مانند ارسال اخطار به افراد ملاقات شده و یا برنامه‌ریزی برای گندزدایی محل‌هایی که فرد مبتلا آنجا بوده را فراهم می‌سازد. به زبان فنی، ردیابی رقمی تماس را می‌توان یک نوع از خدمات مکان‌مبنای^۴ و از نمونه‌های عملی اطلاعات مکانی فراگیر و همه‌جاگاه^۵ دانست.

حال در این شرایط گرچه راه‌حلی جدید و بسیار نوآورانه (برای نمونه خبری از Science در شکل ۲) برای یک مساله مهم یافت شده ولی خود سوالات و ابهامات جدیدی را فراهم ساخته است. یکی از مهمترین چالشهای فرارو، عدم استقبال مردم از چنین سیستم‌های بخاطر حفظ حریم شخصی است.

کووید-۱۹ روی زندگی بشر نوین اثرات عمیقی گذاشته و معلوم نیست که چه تاثیری در آینده از آن باقی خواهد ماند. تا تاریخ نگارش مقاله ۳۷۵۰۸۱۴۱ تن مبتلا به این بیماری و ۱۰۷۸۰۰۹ تن جان خود را از این بابت از دست داده‌اند [۱]. شیوع کرونا نه تنها بزرگ‌ترین چالش بین‌المللی بشر از زمان جنگ جهانی دوم تاکنون نامیده شده بلکه تصویر جدیدی از تجربه زیست جهانی و نیز تغییر زیست نظام بهداشتی را در پی داشته است. اثرات شیوع کرونا را نمی‌توان فقط در مولفه‌های زیستی خلاصه کرد. اثرات عمیق فرهنگی، اجتماعی، روانی، آموزشی و البته اقتصادی آنرا بتدریج حس می‌کنیم.

ویروس‌های کرونا خانواده بزرگی از ویروس‌ها هستند که می‌توانند حیوانات و انسان‌ها را بیمار کنند. تعداد زیادی از ویروس‌های کرونا که تاکنون شناخته شده‌اند، موجب ابتلا به طیفی از عفونت‌های دستگاه تنفسی در انسانها می‌شوند. ویروس کرونایی که به تازگی کشف شده عامل ابتلا به بیماری کووید-۱۹ است [۲]. عامل اصلی انتقال این ویروس مجاورت و تماس با افراد یا سطوح آلوده و انتقال از طریق دهان، چشم، بینی و حتی گوش است [۲].

از سالیان متمادی ردیابی تماس^۲ روش اصلی برای جلوگیری از انتشار عموم بیماری‌های واگیردار و بویژه جداسازی افراد مبتلا از دیگران بوده است. برای مثال ریشه‌کنی آبله نه بخاطر ایمن‌سازی عمومی بلکه بواسطه ردیابی تماس میسر شد [۳]. از منظر رسمی، ردیابی تماس یعنی یافت افرادی که فرد آلوده و بیمار با آنها تماس داشته است. این داده همراه با سایر اطلاعات مرتبط بصورت سلسله‌وار از سایر افراد در تماس با فرد تخست نیز اخذ می‌شود (شکل ۱).

در روشهای معمول ردیابی تماس، مصاحبه با فرد بیمار صورت می‌پذیرد. در صورت نیاز این عمل با افرادی که او در تماس و ارتباط بوده نیز انجام خواهد شد. این نوع عملکرد دارای محدودیتها و البته نقاط ضعفی است. نخست آنکه انجام این عمل در سطح وسیع اگر نگوییم غیرممکن، دست‌کم نامحتمل و غیراجرایی است. مساله بعدی، مشکلات یادآوری افراد ملاقات شده، محل و مدت زمان

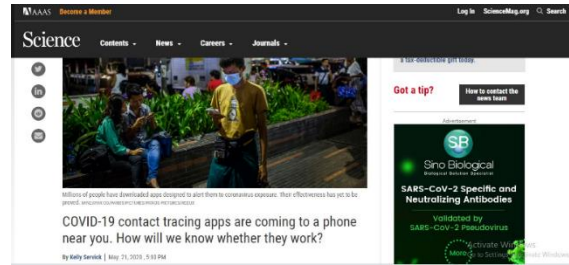
^۳ Digma Contact Tracing (DCT)

^۴ Location based Service (LBS)

^۵ Ubiquitous GI

^۱ COVID 19

^۲ Contact tracing



شکل ۲- خبری در سایت Science با پیوند

<https://www.sciencemag.org/news/2020/05/countries-around-world-are-rolling-out-contact-tracing-apps-contain-coronavirus-how>

در مقاله حاضر به بررسی ابعاد مختلف ردیابی رقمی تماس می‌پردازیم. در ادامه فصل دوم اختصاص به مبانی، تعاریف و پیشینه مرتبط با موضوع دارد. سپس در فصل سوم ابزارها و روشهای مورد استفاده بررسی شده و پس از آن انواع رایانش در فصل چهارم تشریح می‌شوند. در انتها با بررسی تحلیلی مزایا و معایب، روشها بررسی شده و چالشهای پیش‌رو بیان خواهند شد.

۲- کلیات و پیشینه

همانگونه که بیان شد، افرادی که آلوده به موارد مسری چون کووید-۱۹ هستند، می‌توانند سایر افرادی که به‌نحوی با آنها ارتباط مکانی داشته‌اند را آلوده کرده و آنها نیز موجب انتشار آلودگی به بقیه افراد در تماس شوند. ردگیری و پیگیری تماسهای فرد آلوده را ردیابی تماس می‌گویند. ردیابی تماس خود از سه مرحله پایه زیر تشکیل شده است [۲]:

شناسایی تماس‌گیرنده: پس از احراز آلودگی فرد، وضعیت زندگانی و کاری فرد روشن شده و همه افرادی که در محل زندگی، کار و دیگر مکانها با او در تماس بوده‌اند، شناسایی می‌شوند.

فهرست تماس‌گیرنده: تمامی افراد دارای تماس در فهرست وارده شده و از تماس با فرد آلوده آگاه می‌شوند. همچنین از وضعیت کنونی آنها مانند وجود علائم بیماری و نیاز به مراقبت، کسب اطلاع می‌شود. در مواردی قرنطینه و یا جداسازی در خانه و یا بیمارستان لازم خواهد بود.

پیگیری تماس: این روند بطور منظم برای سایر افراد در سلسله تماسها باید انجام پذیرد و اخطارهای لازم به آنها برای مراقبت و درمان داده شود.

بازه مکانی و زمانی ردیابی تماسها وابسته به نوع بیماری متفاوت است. برای مثال، برای بیماری هیپاتیت نوع A پنجاه روز قبل از ظهور علائم ولی برای بیماری هیپاتیت نوع B شش ماه قبل از ظهور علائم حاد بیماری است [۴]. همچنین تعریف دقیق تماس نیز تابع نوع انتشار آلاینده مثلا ویروس است. آلودگی می‌تواند هواویز یعنی قابل انتقال از هوا باشد. آلودگی ممکن است از تماس فیزیکی مستقیم و یا غیرمستقیم و از طریق تماس با اجسام منتقل شود. بنابراین تماس تابع نوع انتقال تعاریف مختلفی خواهد داشت. بر اساس گزارش مرکز جلوگیری و کنترل بیماریهای ایالات متحده، ویروس کرونا-۲ از طریق نزدیکی کمتر از ۱۸۰ سانتیمتر، قطرات تنفس و حتی انتقال در هوا تا چهار متر و تا سه ساعت در شرایط خاص قابل انتقال است [۵].

ردیابی رقمی تماس، همانا استفاده از سیستمهای ردیابی برای انجام ردیابی تماس است. در سیستمهای ردیابی با استفاده از فناوریهای مختلف دنباله‌ای از مکانها و زمانهای بودن یک شیء متحرک چه جاندار و چه بی‌جان است (رابطه ۱).

$$Tr = \{P_1, P_2, \dots, P_n\} \quad P_i = (x_i, y_i, t_i) \quad (1)$$

در رابطه ۱، x, y مولفه‌های موقعیت و t زمان برای محل i می‌باشند.

در شکل ۳ نمونه‌ای از عملکرد یک سیستم فرضی مکان‌مبنا برای ردیابی تماس را می‌توان دید. آقا/خانم A و تنی چند دیگر از این سیستم استفاده می‌کنند. موقعیت ایشان از روشهای موقعیت‌یابی چون سیستمهای ماهواره‌ای ناوبری جهانی^۱ تعیین می‌شود. برای فضاها داخلی و بسته مانند ایستگاه مترو نیز از سایر روشهای موقعیت‌یابی مناسب بهره‌برداری می‌شود. A تست داده، نتیجه آن که توسط سیستم اخذ شده، مثبت می‌شود. در نتیجه سیستم توصیه به جداسازی A و قرنطینه بقیه افراد می‌کند. امکان مدیریت گنزدایی مکانهایی که A در بازه زمانی موردنظر بوده نیز از امکانات چنین سیستم خدمات مکان‌مبنایی می‌باشد.

^۱ Global Navigation Satellite System-GNSS

دانشگاه استنفورد و دانشگاه واترلو آغاز بکار کرد [۲۰].
[۱۸]. آنها به‌تازگی پروتکل باز و غیرمتمرکز خود را بنام TCN^۴ را بیرون داده‌اند.

همچنین APPIA+^۵ با شرکت چندین دانشگاه و موسسه تحقیقاتی بلژیکی آغازنده ائتلاف بین‌المللی برای استفاده از تجهیزات همراه و خدمات مکان‌مبنا برای حل پنج چالش اساسی در این حوزه شده‌اند [۲۱].

گوگل و اپل همکاری در نوع خود جدیدی را برای ایجاد یک زیرساخت تعامل‌پذیر ردیابی تماس آغاز کرده‌اند. آنها دست‌کم در سخن‌بدنبال ایجاد زیرساختی با حفظ حریم خصوصی افراد و عدم اطلاع‌رسانی موقعیت و مکانهای واقعی استقرار ایشان هستند [۲۲].

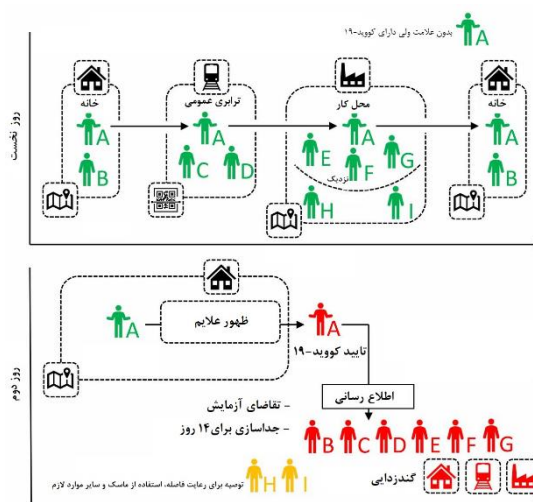
۳- ابزارهای ردیابی تماس

می‌توان گفت امروزه روی دو روش عمده برای ردیابی تماس تمرکز وجود دارد. در روش نخست، موقعیت و محل افراد با استفاده از روشهای موقعیت‌یابی تعیین شده و اگر این عمل برای جمع گسترده‌ای صورت گیرد، بنابراین ردیابی تماسها و تلاقی‌ها ممکن خواهد شد. در روش دوم بجای موقعیت‌یابی از تشخیص همجواری‌ها سود برده می‌شود. بنابراین در این وضعیت موقعیتی گزارش نمی‌شود و فقط وجود تماس بین افراد قابل پیگیری خواهد بود.

۳-۱- ابزار موقعیت‌یابی

همانگونه که اشاره شد، در این روش با بهره‌گیری از روشهای موقعیت‌یابی کاربر تعیین می‌شود. در این وضعیت پس از تایید ابتلا به کووید-۱۹ که به آن در اصطلاح علوم سلامت "مورد شاخص" گفته می‌شود، ردیابی آغاز شده و تمامی افراد و مکانهای استقرار مورد شاخص تعیین می‌شوند. سپس ادامه روال مطابق توضیحات شکل ۲ پیگیری می‌شود.

در نگاه نخست استفاده از GPS ساده‌ترین روش بنظر می‌رسد. نکته جالب عدم پیاده‌سازی عملی سیستمی مبتنی بر این روش تاکنون است. بجز یک مورد گزارش شده، بقیه سیستمها بخاطر دسترسی به موقعیت خام افراد و ملاحظات حریم شخصی از این سیستمها استفاده



شکل ۳- نمایی از ردیابی رقمی تماس اقتباس از [۶] برای ویروس سارس

از منظر اطلاعات مکانی و البته خدمات مکان‌مبنا دو مبحث بسیار مهم و البته چالشی در این حوزه وجود دارد که تشریح آنها بایسته است. نخست جواب تعیین تماسها یا به دیگر سخن نحوه ردیابی است. مساله دوم، روش رایانش و حسابگری است. در بخشهای بعدی آنها را شرح می‌دهیم.

نشان‌گذاری انسانی^۱ در [۷] و روشهای مختلف موقعیت‌یابی و ردیابی برای نمونه در [۸] بررسی شده‌اند. اما مساله ردیابی رقمی تماس طول عمر چندانی نداشته و می‌توان به مواردی چون [۹-۱۰] برای ویروس سارس اشاره داشت. بویژه بعد از همه‌گیری کووید-۱۹ فعالیتها روی این حوزه تمرکز بسیار بیشتری یافته و حتی حکومتهای مرکزی کشورها مانند سنگاپور و استرالیا [۱۲-۱۱] علاوه بر بخش خصوصی نیز وارد این مبحث شده‌اند. در این بین مشاهده شد که استقبال ضعیفی از سیستمهای ردیابی تماس دولتی شده و نگرانیهایی نیز از سوی ناحیه بهداشت طرح شد [۱۳-۱۵]. در کنار آن عده‌ای از کارشناسان از پروتکل‌های مبتنی بر رایانش متمرکز چون Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing^۲ با ریشه آلمانی یا BlueTrace^۳ از سنگاپور بخاطر عدم رعایت حریم شخصی انتقاد و نظر منفی داشتند [۱۶].

اخیرا یک مرکز غیر انتفاعی بنام Covid Watch با هدف ردیابی رقمی تماس البته با حفظ حریم شخصی ایجاد شد [۱۷]. این مرکز مبتنی بر همکاری مشترک بین

^۴ <https://tcn-coalition.org/>

^۵ https://wiki.appiaplus.eu/index.php/Appia%2B_consortium

^۱ Human Tagging

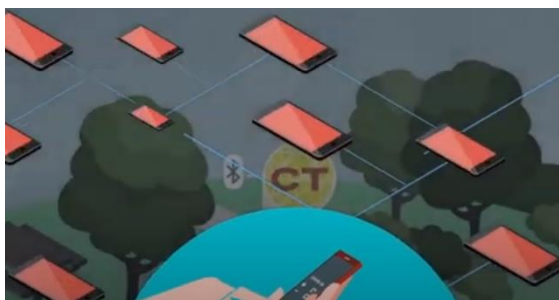
^۲ <https://www.pepp-pt.org/>

^۳ <https://bluetrace.io/>

بیماری مانند کووید-۱۹، اطلاعات دستگاه به روش متمرکز و یا غیرمتمرکز در اینترنت منتشر می‌شود (شکل ۴-ب).



شکل ۴-الف: ارتباط تجهیزات با سیگنال بلوتوث، برگرفته شده از [۲۴]



شکل ۴-ب: ارسال اطلاعات به شبکه، برگرفته شده از [۲۴]

با ارسال اطلاعات در شبکه سایر تجهیزات با واپایی تماسهای خود، کد فرد مبتلا را یافته و تابع میزان تماس می‌توانند اخطار مناسب را به دارنده دستگاه برسانند.

۴- رایانش

از یک نگره عمومی، رایانش را می‌توان متمرکز و یا غیرمتمرکز دانست. در یک سیستم غیرمتمرکز برقراری ارتباطات بدون وجود مرکزیت خاصی برقرار می‌شوند. در حالت غیرمتمرکز، برای برقراری ارتباط و انجام یک هدف، مجموعه درگیر به طور مستقیم با یکدیگر تعامل کرده و واسطه‌ای در بین نیست. در مقابل آن و در یک سیستم متمرکز رویه‌ها و ارتباطات از درگاه یک مرکز مشخصی عبور می‌کنند. مقایسه عمومی بین این دو رویکرد در حوزه سیستمهای اطلاعات را برای نمونه می‌توان در [۲۵] دید. در رویکرد ردیابی تماس متمرکز داده‌ها که می‌توانند ناشناس نیز باشند به سرور ارسال می‌شوند. هنگام بروز علائم برای فرد شاخص، یافت تماسها و افراد ملاقات شده

نکرده‌اند. همین استدلال برای باقی روشهای موقعیتیابی مطلق مثل روشهای موقعیتیابی مبتنی بر شبکه‌های بی‌سیم نیز برقرار است.

البته باید توجه داشت روشهای مبتنی فقط بر شبکه‌های مخابرات سیار دقت کافی برای موقعیتیابی، مثلا حدود دو متر را ندارند. از سوی دیگر روشهای مبتنی بر شبکه‌های بی-سیم محلی مانند روش اثرانگشت چه مبتنی بر استانداردهای IEEE 802.11 و چه مبتنی بر سیگنالهای بلوتوث نیازمند ایجاد زیرساخت و تعبیه ابزارهای اضافی چون برنامه کاربردی روی گوشی یا دستگاه همراه کاربر می‌باشند.

۳-۲- ابزار مجاوربایی

اساس این روش بر پایه ارسال و دریافت سیگنالهای بلوتوث (نوع کم انرژی آن) به همراه یکسری رمز است. این فناوری برای برقراری ارتباط در فواصل کم کاربرد دارد. محدوده‌ی تحت پوشش بلوتوث حدود ۴۰ متر یا بیشتر است. بلوتوث توسط رده استاندارد IEEE802.15.1 استانداردسازی شده‌است. بلوتوث یک مجموعه‌ی به هم پیوسته از پروتکل‌ها را فراهم آورده است. دستگاه‌های مختلف می‌توانند از این پروتکل‌ها برای برقراری ارتباط استفاده‌کنند. بلوتوث در باند فرکانسی ۲/۴ GHz کار می‌کند. این باند فرکانسی ISM نامیده می‌شود که در سه شاخه‌ی صنعتی، علمی و پزشکی کاربرد دارد.

بلوتوث کم‌انرژی مورد استفاده در حوزه ردیابی، دستگاه‌های بلوتوث کم مصرفی بوده که می‌توانند پیغام‌های کوتاه را به دستگاه‌های بلوتوث نزدیک خود انتقال دهند. بلوتوث کم‌انرژی در مشخصات بلوتوث ۴ به بعد پشتیبانی می‌شود. امکان برقراری ارتباط در فاصله‌ی کم و مصرف انرژی کم، موجب مناسب بودن بلوتوث در برقراری ارتباط بین دستگاه‌های بی‌سیم کوچک شده‌است. همانند فن‌آوری‌های قبلی بلوتوث، بلوتوث کم‌انرژی نیز در باند فرکانسی ۲/۴ گیگاهرتز کار می‌کند. بلوتوث کم‌انرژی باند فرکانسی ISM را به ۴۰ کانال تقسیم می‌کند. سه مورد از این کانال‌ها، کانال‌های رایج و اصلی برای کشف اعلان‌ها و خدمات هستند. ۳۷ کانال دیگر نیز برای انتقال داده و اطلاعات موجود هستند [۲۳].

دستگاه‌های همراه، سیگنال بلوتوث را به همراه کد مخبره می‌کنند (شکل ۴-الف). این کدها رمزگذاری شده و بدون کلید قابل باز شدن نیستند. پس از تایید تست

یا فرایند تطبیق^۱، در سرور انجام می‌پذیرد. ارسال اخطار و سایر دستورالعملها به افراد ملاقات شده نیز از همین ناحیه مدیریت خواهد شد. در مقابل، رویکرد ردیابی تماس غیرمتمرکز به گونه‌ای دیگر عمل می‌کند. داده‌ها روی دستگاه همراه کاربر ذخیره شده و او فرایند تطبیق را در صورت بروز علائم، شروع خواهد کرد.

رویکرد ردیابی تماس متمرکز را شاید بتوان گفت از سنگاپور و با اپ TraceTogether^۲ آغاز شد. این سیستم مشکلاتی نیز داشت، از جمله محدودسازی دسترسی به بلوتوث در سیستم عامل اپل را می‌توان برشمرد. استرالیا کشور دیگری است که رویکرد متمرکز را در اپ CovidSafe^۳ پی‌گرفت. با همین سیاست، فرانسه StopCovid^۴ را بنا است راه‌اندازی کند و قبل از آن نروژ Smittestopp^۵ را در چند شهر راه‌اندازی کرد.

در مقابل، کشورهایی چون آلمان، سوئیس، اتریش و ایرلند رویکرد دوم را دنبال می‌کنند [۱۲]. گروهی از متخصصین و دانشگاه‌های اروپایی اخیراً پروتکلی با عنوان Decentralized Privacy-Preserving Proximity Tracing (DP-PPT) [۲۶] را بر مبنای کدهای شناسه کوتاه‌زی^۶ بلوتوث پیشنهاد داده‌اند. در این روش کدهای نیم‌تصادفی Ephemeral ID بعنوان شناسه یکتای کاربر با افرادی که در مجاورت او هستند، تبادل می‌شوند. این کد در هر دستگاهی بصورت محلی ذخیره می‌شود. هرگاه نتیجه تست یک کاربر مثبت شود، گزارشی به مرکز ارسال می‌شود. سرور پس از تایید، آن گزارش را منتشر می‌کند. هر دستگاهی می‌تواند با بررسی فهرست کدهای گزارش شده و انجام فرایند انطباق با کدهای خودش، تماس با بیمار آلوده را تشخیص دهد. چون فرایند انطباق‌یابی بصورت محلی و در دستگاه هر کاربر به صورت مستقل انجام شده و گزارشی به شخص ثالث وجود ندارد، بنابراین سرور مرکزی نمی‌تواند فهرست تماسها را داشته باشد.

پرواضح است که رویکرد ردیابی تماس متمرکز نظارت بالاتر، امکان واپایی عمیق‌تر و بیشتری نسبت به رویکرد غیرمتمرکز خواهد داشت. از سوی دیگر، رویکرد غیرمتمرکز حریم شخصی افراد را بیشتر لحاظ می‌کند.

همچنین در این رویکرد بخاطر نگاهداری داده روی دستگاه کاربر، نظارت خیلی بیشتری روی آن داشته و آزادی تصمیم‌گیری راجع به آنها خواهد داشت.

در گزارش [۲۷] اشاره شده که نروژ، بحرین، امارات متحده عربی، الجزایر و چند کشور دیگر با استفاده از GPS جزئیات حرکتی افراد را بصورت برخط دنبال کرده که این موضوع شاید فراتر از مساله کنترل انتشار بیماری باشد.

۴- بررسی و جمع‌بندی

ردیابی تماس‌های افراد آلوده یا به اصطلاح فنی نظام سلامت، موردهای شاخص یکی از مهمترین ابزار کنترل انتشار کووید-۱۹ است. روشهای رایج قادر به پوشش وسیع جمعیتی و گستردگی جغرافیایی ناشی از همه‌گیری ویروس کووید-۱۹ نیستند. ارایه سرویس‌های ردیابی رسمی تماس در بستر خدمات مکان‌مبنا نه‌تنها امکان رفع محدودیتهای موجود را فراهم ساخته بلکه ارایه خدمات دیگر چون ارسال اخطار متناظر و برنامه‌ریزی گندزدایی را تقریباً بلادرنگ فراهم می‌سازد.

با این وجود رویکردهای و بدنبال آن روشهای مختلفی برای تحقق ردیابی رسمی تماس وجود دارد که در ادامه به محاسن و معایب هر کدام اشاره خواهد شد.

دو رویکرد عمومی متمرکز و غیر متمرکز برای ارسال اطلاعات و پردازش آنها وجود دارد. البته در رویکرد متمرکز لزوماً اطلاعات با شناسایی افراد همراه نیست. به دیگر سخن، حتی در این رویکرد نیز می‌توان اطلاعات را بصورت ناشناس ارسال کرد. البته وقتی داده‌های GPS را به آن بیافزاییم، موضع کاملاً متفاوت خواهد شد. این حالت را می‌توان یک نقطه فرین دانست که کاربر کمترین میزان حفظ حریم شخصی را داشته ولی از سوی دیگر دستگاه مجری بیشترین امکان ردیابی و کنترل را خواهد داشت. عمده معترضین این روند را برای کنترل انتشار ویروس بیش از حد لازم دانسته و اعتقاد دارند نظامات حاکمیتی اهدافی ورای کنترل بیماری نیز دارند.

ردیابی رسمی تماس هنگامی کارایی لازم را خواهد داشت که در سطح وسیعی مردم از آن استفاده کرده و به محیط اطلاعاتی بپیوندند. مشکل مهمی که رویکرد متمرکز با آن مواجه شده، استقبال اندک مردم از آن است. رویکرد غیرمتمرکز با استفاده از روش مجاوریابی شاید

^۱ Matching

^۲ <https://www.tracetogether.gov.sg/>

^۳ <https://www.health.gov.au/resources/apps-and-tools/covidsafe-app>

^۴ <https://www.economie.gouv.fr/stopcovid>

^۵ <https://helsenorge.no/coronavirus/smittestopp>

^۶ Ephemeral ID- EphID

افراد مشکوک داشته باشند. این احتمال که در رویکرد غیرمتمرکز، بخشهای مختلفی در یک کشور وارد شوند، دور از ذهن نیست. در اینصورت حتما باید پیش‌بینی تعامل بین آنها و پیروی از استاندارد واحد ضروری است. موارد یاد شده را باید به سایر مشکلات چون نیاز به تجهیزات با بلوتوث و زیر ساخت ارتباطی در هر دو رویکرد افزود.

بیشترین وزن را در مقایسه با سایر روشها به حریم شخصی داده، ولی فقط کسانی که با فرد شاخص ارتباط داشته امکان دریافت اخطار را خواهند داشت. در سیستمهای بهداشتی متمرکز که ارگانهایی مشابه وزرات بهداشت و درمان ایران متولی سلامت عمومی بوده، نمی‌توانند نظارت عالی و یا برنامه‌ریزی اساسی داشته باشند. از طرف دیگر نمی‌توانند نظارتی بر قرنطینه و یا جداسازی

مراجع

- [1] Worldmeter (2020): "<https://www.worldometers.info/coronavirus>", retrived 2020-10-11.
- [2] WHO (2020): "<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/contact-tracing>", retrived 2020-06-18.
- [3] Scutchfield, F. Douglas (2003): "Principles of public health practice", Clifton Park, New York: Delmar Learning. p. 71. ISBN 0-76682843-3.
- [4] Australasian Contact Tracing Manual (2010), <http://ctm.ashm.org.au/Default.asp?PublicationID=6&ParentSectionID=P6&SectionID=733>.
- [5] CDC (2020): "<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/index.html>", retrived 2020-05-25.
- [6] Ferretti L., Wymant C., and Kendall M., Zhao L., Nurtay A., Abeler-Dörner L., Parker M., Bonsall D., Fraseret C. (2020),"Quantifying SARS-CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing", Science, doi: 10. 1126 /science.abb6936.
- [7] Ghotbinejad M. and Malek, M.R. (2011): "Effective and Optimized Transportation of Injured people with the help of RFID and Solving CTP in GIS ", Journal of Remote Sensing and GIS of Iran, 2(2), (In Persian).
- [8] Malek, M.R. (2020):"Context-Aware GeoInformation and Ubiquitous Computing", K.N.Toosi University Publisher, ISBN: 978-600-6383-38-5, Second Edition (In Persian).
- [9] Bahri, Shamshul (2007), "Enhancing quality of data through automated SARS contact tracing method using RFID technology". International Journal of Networking and Virtual Organisations. 4 (2).
- [10] Farrahi K., Emonet R., Cebrian M. (2014): "Epidemic Contact Tracing via Communication Traces". PLOS ONE. 9 (5).
- [11] Choudhury, Saheli Roy (2020): "Singapore says it will make its contact tracing tech freely available to developers", CNBC, Retrieved 2020-04-22.
- [12] BBC News (2020):"Virus tracing apps 'ready in weeks' in EU and Australia". BBC News. 2020-04-17. Retrieved 2020-04-22.
- [13] Taylor, J. (2020): "Australia's coronavirus contact tracing app: what we know so far", The Guardian. ISSN 0261-3077, Retrieved 2020-04-22.
- [14] 7News (2020):"The GPS tracking app the government wants YOU to download so COVID lockdown can be lifted", 7NEWS.com.au. 2020-04-15, Retrieved 2020-04-22.
- [15] ACSM (2020):"Privacy recommendations for Australia's use of contact tracing mobile apps like TraceTogether", australiacybersecuritymagazine.com.au, Retrieved 2020-05-22.
- [16] Spiegel (2020):"Das gefährliche Chaos um die Corona-App". www.tagesspiegel.de (in German), Retrieved 2020-05-20.
- [17] CovidWatch (2020): "<https://covid-watch.org>", Retrieved 2020-06-06.
- [18] University, Stanford (2020): "[Stanford researchers help develop privacy-focused coronavirus alert app](https://www.stanford.edu/news/2020/04/09/covid-19-alert-app)", Stanford News, Retrieved 2020-04-09.
- [19] CSGF, DOE (2020): "[Fellow Working to Devise COVID-19 Alert Application](https://www.doe.gov/computational-science/fellowship-program)". DOE Computational Science Graduate Fellowship, Retrieved 2020-03-31.
- [20] Waterloo, University of (2020): "[Coming into contact with COVID](https://www.waterloo.ca/stories/coming-into-contact-with-covid-19)", Waterloo Stories, Retrieved 2020-04-20.
- [21] Appia+ (2020): "<https://wiki.appiplus.eu/index.php/Challenges>", Retrived 15-06-2020.

- [22] ABCNews (2020): "<https://abcnews.go.com/Technology/apple-google-launch-digital-contact-tracing-system/story?id=70789376>.
- [23] BlueTooth (2020): "bluetooth.org", Retrieved 2020-06-5.
- [24] YouTube (2020): "https://www.youtube.com/watch?v=l1zWVb_McT4", Retrived 2020-06-17.
- [25] Hugoson MÅ. (2009): "Centralized versus Decentralized Information Systems", In: Impagliazzo J., Järvi T., Paju P. (eds) History of Nordic Computing 2. HiNC 2007. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol 303. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [26] DP3T (2020): "https://en.wikipedia.org/wiki/Decentralized_Privacy-Preserving_Proximity_Tracing". Retrived 15-05-2020.
- [27] Amnesty (2020): "<https://www.amnesty.org/en/latest/news/2020/06/bahrain-kuwait-norway-contact-tracing-apps-danger-for-privacy/>".