

Propuesta de solución semi-automatizada al actual colapso del sistema de salud a través del uso de técnicas de Machine Learning.

Subtópicos: Python, Geometría Computacional, Teoría de Grafos, Medicina, Covid19, [Un]supervised Learning.

“En honor a todo el personal que encontró la manera de combatir la pandemia del SARS-Cov-2, a todos los médicos y enfermeras, a todos los padres, a todos los trabajadores que no han podido detener su faena durante estos días difíciles. A todos los que piden en un pensamiento: <<no ver a más ningún abuelito o persona morir>>”

Dimas de Jesus Veliz Blanco

Integrantes:

Dimas de Jesus Veliz Blanco (Autor, estudiante de Ciencias de la Computación)(CU)

Cristina Montesinos Palma (Estudiante de Negocios, colaboradora y editora documento en Español) (ES)

Jonathan David Rizner (Estudiante de Medicina, Colaborador y editor documento en Inglés) (USA)

Mariela Soria (Arquitecta, Editora del documento en Polaco) (PL)

Marina Mkrtchian (Graduada de Negocios, Editora del documento en Ruso) (RU)

Agradecimientos:

Raul Pitarch

Ramon Martinez (CEO de Stimulo Design, Barcelona)

Gerard Pruna

ÍNDICE

| | |
|--|----------|
| <i>Introducción.....</i> | <i>2</i> |
| <i>Hipótesis.....</i> | <i>2</i> |
| <i>Prefacio.....</i> | <i>3</i> |
| <i>Aviso.....</i> | <i>3</i> |
| <i>Desarrollo.....</i> | <i>4</i> |
| <i>Sección de imágenes para una mejor comprensión.....</i> | <i>5</i> |
| <i>Posibles aplicaciones del software.....</i> | <i>6</i> |
| <i>Limitaciones de esta investigación.....</i> | <i>7</i> |
| <i>Preguntas y respuestas.....</i> | <i>8</i> |
| <i>Contáctenos.....</i> | <i>9</i> |

*“La pandemia de COVID-19 está sometiendo a una gran presión a los sistemas sanitarios de todo el mundo. El rápido aumento de la demanda al que se enfrentan los establecimientos sanitarios y los profesionales de la salud amenaza con sobrecargar algunos sistemas sanitarios e impedir su funcionamiento eficaz [...] «La mejor defensa contra cualquier brote es un sistema sanitario sólido» —subraya el Director General de la OMS, Tedros Adhanom Ghebreyesus—. «La COVID-19 muestra la fragilidad de muchos sistemas y servicios sanitarios en todo el mundo, y está obligando a los países a tomar decisiones difíciles sobre el mejor modo de satisfacer las necesidades de sus ciudadanos»”.*¹

Introducción

Partiendo de la actual situación de colapso en los centros de atención médica en España y todo el mundo a causa del alto número de contagios por el SARS-CoV-2, un grupo de estudiantes de diferentes disciplinas (MicroBiología, Ciencias de la Computación y Ciencias Sociales) han decidido juntarse e intentar colaborar con una propuesta basada en la Inteligencia Artificial y geolocalización que pueda mejorar el estado en que estas instituciones están.

Hipótesis

Basada en la aceptada realidad que existe con respecto a estos colapsos de los sistemas sanitarios y tomando como prueba de fe el estado de cuarentena que se ha declarado en la mayoría de los países del mundo, hacemos la siguiente pregunta a modo de hipótesis y punto de partida.

¿Qué tal si se propone una alternativa para atender a pacientes con otras enfermedades o dolencias de menor magnitud en otro sitio distinto a un hospital? ¿Qué tal una alternativa que combine el poder curativo de la medicina, modelador de las matemáticas y automatizador de los ordenadores? ¿Mejoraría el estado de los hospitales? ¿Podríamos dedicar los hospitales a quienes lo necesitan más y a la vez atender a los otros?

Ya que en este momento los pacientes de menor grado de dolencia están parcialmente imposibilitados de obtener atención médica con rapidez y existe un alto riesgo de infección/transportar el SARS-CoV-2 por exposición/interacción con ambientes en los que el virus está presente (dígase clínicas a las que personas con la enfermedad Covid19 hayan acudido) se hace necesaria la búsqueda de este tipo de respuestas.

De aquí se deriva que, esto puede tener un rol elemental en traer a cualquier país a un estado de relativa normalidad en sus sistemas sanitarios otra vez.

1

<https://www.who.int/es/news-room/detail/30-03-2020-who-releases-guidelines-to-help-countries-maintain-essential-health-services-during-the-covid-19-pandemic>

Prefacio

Luego de haber estado observando el comportamiento del SARS-CoV-2 en las gráficas o estadísticas de organizaciones como la WHO o CNC y las directrices para enfrentarlo que han tomado en determinados países con valores de infectados y muertes relativamente bajos, podemos realizar las siguientes observaciones:

- 1) Hasta el momento en que se escribe este artículo no existen vacunas científicamente probadas para eliminar el virus del organismo humano.²
- 2) El tratamiento preventivo puede ser una solución para frenar el desarrollo exponencial que se ha desencadenado en la mayoría de los países.
- 3) Apunta la OMS que, las muertes producidas por otros virus como el Ébola en el año 2014-2015 fueron menores que las producidas por el déficit de personal médico y colapso de hospitales.³
- 4) En los hospitales se conoce la estadística de los pacientes pero **una colaboración entre la computación/matemáticas y medicina harían más eficiente el proceso**
- 5) **Observar los datos y focos de infección puede traer grandes ventajas para el control** de las áreas en las que el virus esté presente.

Aviso

Es importante remarcar que este artículo no apunta a posibles soluciones para curar la enfermedad producida por el SARS-CoV-2, sino que pretende brindar una herramienta para los hospitales, semi-automatizada que posibilitará ayudar a la administración de recursos logísticos, personal médico en centros fijos u hospitales de campaña (ambulancias, especialistas médicos no vinculados al área de la epidemiología, estudiantes de medicina, grupos de colaboradores capacitados, ongs y otros).

El algoritmo propuesto estará libre de derechos de autor y usa tecnologías open source en su mayoría. No se persigue lucrar con este software sino aportar una solución a la comunidad internacional que pueda ser enriquecida y ajustada a la realidad de cada país.

² <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/myth-busters>

³

<https://www.who.int/es/news-room/detail/30-03-2020-who-releases-guidelines-to-help-countries-maintain-essential-health-services-during-the-covid-19-pandemic>

Desarrollo

El punto en que se enfocará esta sección es explicar más a fondo las bases de este software, para que pueda servir de punto de partida a cualquier institución que quiera implementarlo.

Se considera prudente tener nociones de Python, Geometría y Machine Learning, en especial (K-mean⁴ and K-nearest neighbour⁵ Algorithm, Clustering⁶, [Un]supervised Learning)

A continuación una breve aproximación a los procedimientos que realiza el software:

1. Supóngase que se conozcan **las direcciones postales/residenciales de las personas** infectadas anteriormente al día de aplicación de este algoritmo. (Estas pueden ser dadas por un hospital o clínica **a través de una base de datos**)
2. De estas direcciones, se procede a **extraer su geolocalización (latitud y longitud geográfica)** a través de un script que los obtenga como respuesta de de ciertas API dedicadas al tema (LocationIQ⁷, GeoCoding Api by Google⁸)
3. Con estas dos coordenadas se puede **aplicar el algoritmo K-means** para dividir todo ese conjunto de puntos en distintos grupos (clusters de aquí en adelante)
4. El algoritmo **K-means separa los datos en distintos clusters** y además ubica los **K epicentros** de estos. Este resultado es visualizable.
5. **Una vez que un paciente nuevo hace una llamada telefónica** el hospital puede utilizar el script para obtener la localización de este.
6. Dada la nueva localización se puede **aplicar el algoritmo K-nearest neighbour** y así visualizar a qué cluster esta persona pertenece.

⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/K-means_clustering

⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/K-nearest_neighbors_algorithm

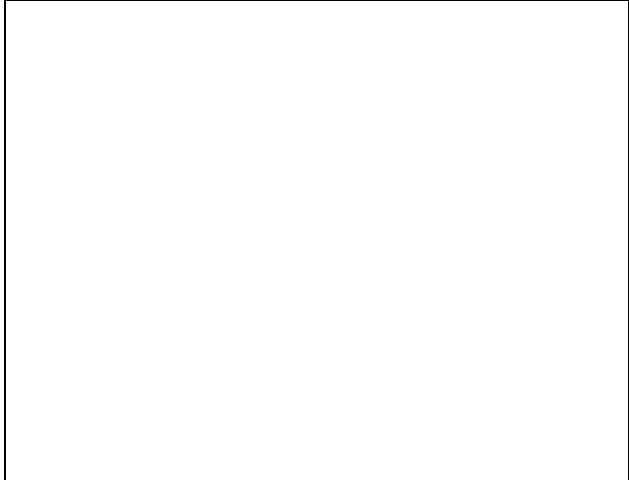
⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Cluster_analysis

⁷ <https://my.locationiq.com/dashboard/login?ref=locationiq>

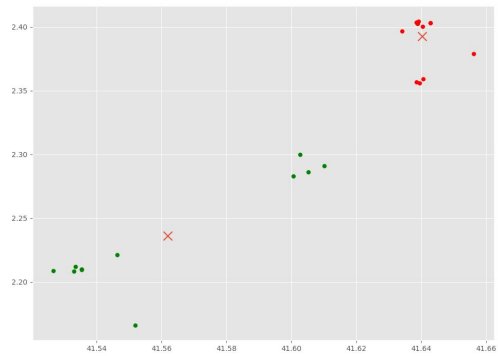
⁸ <https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/intro>

Sección de Imágenes para una mejor comprensión:

Paso(2) graficar las geo localizaciones



Paso(4) con $K=2$ se observan 2 grupos



Paso(4) con $K=3$, se observan 3 grupos

Paso(6) Ubicación correcta del paciente

Posibles aplicaciones del software:

Si un hospital tuviese las siguientes cantidades:

- C- profesionales que puedan colaborar en cuanto al coronavirus.(Se quedan fijos ahí)
- P- profesionales de otras áreas que no pueden colaborar directamente con el virus ya que es otra su función (MG, Podólogos, Gastroenterólogos etc...)
- N- colaboradores adicionales (estudiantes de medicina, recién graduados)

Se establece:

- **K= P+N** pudieran ser la cantidad de personas disponibles que existen para aplicar el software.

De lo cual:

1. **Se pudieran crear K clusters o menos**, los cuales tendrán sus respectivos epicentros (Pueden cambiar cada día, el ritmo de cambio se ajusta cuando el hospital diga)
2. En el epicentro de **cada cluster se puede colocar uno o varios de estos médicos**, a modo de guardia durante quizás 1 o 2 horas al día, esto depende del país o la situación.

Propuesta de protocolo de actuación:

1. Cuando alguien se siente enfermo, **esta persona llama al hospital y no va hasta él**, cosa necesaria y elemental
2. El encargado de responder la llamada **hace una valoración del estado de esta persona**.
 - a. Si se determina que esta persona tiene una necesidad urgente de cualquier naturaleza o necesidad de realizar examen de coronavirus, pues el encargado arregla una cita en dependencia de la disponibilidad del hospital.
 - b. **Si se determina que el paciente tiene una afección leve, o necesita una receta, o tiene que hacer un chequeo periódico en el cual no sea necesario equipos especializados**, como tampoco asistir específicamente a un hospital, **entonces: el encargado utilizando el software** sería capaz de recomendar **dónde está el médico más cercano al cual ese paciente puede asistir**.

Ventajas:

1. Con este protocolo de actuación **el hospital sólo se dedica a los casos urgentes o, a los pacientes con la enfermedad producida por el virus**. Por ende, eventualmente **se aliviará su colapso**.
2. Los pacientes que tienen **afecciones leves logran ser canalizados** por estas vías alternativas.
3. Al estar colocados los doctores en los epicentros, pues la distancia a la que este paciente con una dolencia leve está del doctor más cercano es relativamente mínima. **Evitando que un paciente con cierta dolencia ande deambulando en busca de qué hospital está disponible para él**.
4. Hay tantos epicentros como doctores disponibles, y esto no interfiere con el funcionamiento del software.

¿Qué tipo de cosas colocar en los epicentros?:

1. Un autobús médico (Similar a los que se emplean en las donaciones de sangre)
2. Se pudiera colocar una ambulancia por ejemplo
3. Un puesto con algunos estudiantes de medicina o recién graduados que puedan hacer un prediagnóstico o garantizar la atención de personas no enfermas de Covid19.

Ventajas adicionales:

1. La medicina tiene la capacidad de curar, pero la computación **es capaz de ilustrar el estado actual de la situación** y separar la población en grupos de atención. Así es **más sencillo el monitoreo** de cada grupo por separado.
2. El software **es relativamente fácil de implementar**, sólo se necesita un estudiante de ingeniería en computación por cada hospital para ayudar a los médicos.
3. Es un software que **se puede operar de manera remota** si se garantiza **acceso a la base de datos de los pacientes**.
4. El programa es rápido y eficiente. **Empleable en cada hospital** por independiente permitiéndole visualizar sus propias áreas.
5. **Mantiene la anonimidad**, sólo se necesita la dirección particular como dato temporal la cual, se transformará en datos aproximados de GPS. No se necesita nombre, apellidos, números de teléfonos ni emails.

Ventajas elementales y tesis de este artículo:

1. Se puede aliviar el estado de los hospitales y clínicas a través de la canalización de pacientes con otras dolencias a vías alternativas de atención.
2. Funciona de manera comprobada en el territorio de la Unión Europea y los Estados Unidos de América.

Limitaciones de esta investigación:

La tecnología empleada para convertir las direcciones en formato escrito al formato latitud y longitud independientemente de su diseño recae en el uso de un tercero, en este caso LocationIQ⁹, el cual solo permite realizar 10.000 consultas en su modo de suscripción gratuito. El costo real de los planes se puede mirar en su página oficial, sección planes: “[pincha aquí](#)” Hasta ahora ha servido para realizar las pruebas, pero se supone que en un ambiente real se necesiten más consultas que estas. Importante aclarar que los redactores de documentos no están afiliados ni obtienen ningún beneficio de LocationIQ, también se puede utilizar GeoCoding de Google, pero es de pago. Si se encontrase una aplicación gratuita en su totalidad, ha de poder seguir funcionando el software.

⁹ <https://my.locationiq.com/dashboard/login?ref=locationiq>

Preguntas y respuestas

- P: ¿A qué tipo de pacientes van a atender en dichos epicentros?
- R: Pacientes de atención primaria, aquellos que necesitan una receta o recarga, aquellos que presentan patologías menores de acuerdo con la evaluación telefónica previa.

- P: ¿Es realmente un problema para los hospitales atender a pacientes con otras patologías que no sean COVID-19 u otras emergencias legítimas?
- R: Creemos que este es un problema legítimo, ya que presumiblemente los hospitales son un lugar donde es probable que ocurra la transmisión del SARS-CoV-19. Además, cada vez es más evidente en los sistemas de salud en todo el mundo, particularmente en Europa occidental y los EE. UU., Que los hospitales se ven abrumados por la gran cantidad de pacientes y luchan por mantenerse al día.

- P: ¿Los hospitales tienen una obligación con esos pacientes?
- A: En tiempos normales, sí, por supuesto. Sin embargo, estamos en medio de una crisis global y las medidas que proponemos están en el mejor interés de la salud y la seguridad de los pacientes y los proveedores de atención médica.

- P: ¿Qué medidas de higiene tendrán estas clínicas ambulatorias en caso de que atiendan una infección por COVID-19 sin síntomas de manera desintencionada?
- R: Esta es una preocupación legítima y requerirá una mayor coordinación con los profesionales de la salud para encontrar una solución adecuada. Basaremos nuestros acuerdos en operaciones móviles similares (como donaciones de sangre) y experiencias pasadas en las que se han empleado hospitales de campaña. También reconocemos que esta pregunta se hace aún más difícil por la inminente escasez de EPI.

- P: ¿Quién se encargaría de determinar qué pacientes calificarían para ser enviados a las unidades móviles y con qué criterios?
- R: Esto requeriría la coordinación con profesionales de la salud para establecer las pautas apropiadas, sin embargo, al menos quien hablaría con el paciente por teléfono sería un profesional médico capacitado.

- P: ¿Harían pruebas para detectar si un paciente está infectado con covid-19?
- R: No, estos sitios no están diseñados para evaluar COVID-19. Parte de la razón del proceso de detección de llamadas es minimizar la posibilidad de que los pacientes con COVID-19 sean enviados a estos sitios. Si un paciente sospechoso de COVID-19 llamara al hospital, sería dirigido a un sitio alternativo donde podrían ser examinados y atendidos adecuadamente.

Escuchamos más preguntas, proposiciones y correcciones

Contáctenos:

Email: dveliz900@gmail.com (ES), jrizner@tulane.edu (US)

Telefono: +34671517309 (ES), +18455214287 (US)