

Mejoras a la Ruta de la Transportación Pública de Autobuses vía su Geolocalización en Tiempo Real

*Ricardo Pacheco O'Neill
Maestría en Ciencia y Tecnología Geoespacial
Prof. Víctor Romero González
Escuela Graduada
Universidad Politécnica de Puerto Rico*

Abstracto – *La investigación está enfocada en la presentación de un sistema donde se podrá detectar, en tiempo real, vía GPS (Global Positioning System), la localización del sistema de transporte colectivo de autobuses, ya que la población que utiliza este transporte desconoce la hora de llegada o de salida de las guaguas hacia las distintas paradas del sistema colectivo. El sistema, junto a la tecnología indicada de posicionamiento global, podrá ayudar tanto a los usuarios como a la organización en la planificación del sistema en un futuro. A lo largo de la investigación se presentan varios factores claves para los usuarios, por lo cual está sufriendo el transporte colectivo, y como éstos se sentían al respecto. Dichos resultados reflejaron que al sistema colectivo de autobuses le hace falta un cambio para mejorar su servicio.*

Términos claves – *Geolocalización, GPS (Global Positioning System), Tiempo Real, Transporte Colectivo de Autobuses.*

INTRODUCCIÓN

Gran parte de los países en desarrollo del mundo cumplen con un sistema público de transportación de autobuses que ayuda a la movilización de sus habitantes. Este sistema de transporte colectivo sufre tanto al movimiento de su población como el de la economía. Todo transporte colectivo, de alguna manera, sufre de fallas, ya sea por la modernización, planificación, presupuesto, mantenimiento o costos. El sistema de transporte colectivo de autobuses en Puerto Rico se podría decir que es decente, pero como todo, sufre de fallas que pueden llevarlo a ser deficiente para algunas personas. Una de esas fallas es el desconocimiento

de los horarios de operación para la población que lo utiliza.

Esta investigación surge y se desprende de esa premisa. Presentar un sistema que ayude a la población a que tenga conocimiento de la localización de los autobuses en tiempo real.

El sistema de transporte público de autobuses en Puerto Rico cumple con la cantidad necesaria de pasajeros diarios, pero con ciertas mejoras al sistema, podría aumentar la cantidad de usuarios. Dichas mejoras al sistema se hicieron en años anteriores, en donde hubo una reducción de rutas, ya sea para agilizar el movimiento de autobuses o con un mayor enfoque en los destinos. Estos cambios de reducción de rutas trajeron como resultado la reducción de paradas y terminales, al igual que de flotas de autobuses.

Los sistemas de transportes a nivel de autobuses se unieron y formaron un solo sistema de rutas que se suplen unas a las otras. Estas son la Autoridad Metropolitana de Autobuses (AMA) y la Metro Bus, con la compañía privada First Transit. La flota de autobuses se podría catalogar como una “moderna”, ya que la mayoría de ellas son guaguas del año 2000 en adelante. Donde sufre el sistema de transportación es en la planificación y funcionamiento.

Objetivos

Los objetivos de la investigación son establecer la localización en tiempo real, vía GPS, de la flota del sistema de transporte colectivo de autobuses, en un monitor en las paradas. Con esto se busca mejorar el conocimiento que la población usuaria del sistema colectivo tiene del tiempo de espera y se examinará la modernización del sistema de transporte, si el usuario conoce el tiempo de espera,

para incentivar a otros a utilizarlo. Con todos los datos recopilados del sistema nuevo se podrá mejorar la calidad del servicio y su planificación.

REVISIÓN DE LITERATURA

El desconocimiento de la llegada del autobús puede dificultar la rutina del pasajero. Además, la falta de información sobre la ruta del servicio y los horarios reales de llegada a las paradas dificultan a los pasajeros la planificación de sus viajes [1]. La implementación del transporte público puede mejorarse significativamente si se proporcionan buenos sistemas de información al viajero.

La investigación propone un conjunto de herramientas enfocadas en llegadas en tiempo real. Este sistema (GPS), podría mostrar resultados positivos como: fuerte aumento de público general y la satisfacción con el transporte público, disminución del tiempo de espera, aumento en viajes de tránsito por semana, mayor sensación de seguridad, e incluso un beneficio para la salud en términos de mayor distancia que se camina cuando se usa el sistema de transporte público [2].

Se trata de identificar un sistema inteligente que proporcione información en tiempo real al usuario remoto del autobús, de forma tal que el usuario lo conozca. Un sistema que supere el actual. Por lo tanto, el sistema maneja todos los datos sobre la ubicación actual del autobús y al usar estos datos, se puede realizar el seguimiento en tiempo real. Para fines de desarrollo, se utilizan algunas tecnologías como GPS, mapas de “Google” y “GPRS” (Servicio general de radio por paquetes) [3]. Cada sistema de rastreo GPS provee un enfoque para obtener información en tiempo real de la ubicación del vehículo.

Los sistemas mostrarán, en la base de datos, la ubicación enviada por el dispositivo GPS, al usuario la posición correcta del vehículo. Las estimaciones se actualizan cada vez que el autobús envía una actualización; por lo tanto, la información se envía a los pasajeros por terminales a través de la pantalla en las paradas de autobús. Esta investigación intenta satisfacer las necesidades de los pasajeros,

conductores de vehículos y administradores del sistema de transporte [4].

Estas paradas de bus inteligentes son más eficientes (sincrónicas en tiempo real), flexibles y llenas de información que las paradas de bus tradicionales. Los conductores de los autobuses son informados sobre el número de pasajeros esperando en las próximas paradas. Si no hay pasajeros para viajar o bajar en la próxima parada de autobús, tanto el conductor como el autobús pueden continuar con su ruta y dirigirse hacia la próxima parada de autobús donde haya pasajeros esperando, lo que disminuirá el tiempo de viaje de los pasajeros en el autobús y también el tiempo de espera en las próximas paradas de autobús. Proporcionar más información en las paradas de autobús sobre el destino (tiempo hasta el destino, distancia al destino, etc.) y autobuses (ubicación del autobús, llegada) hace que sea más fácil para los pasajeros decidir si viajar en un autobús específico [5].

Las principales razones para el uso de tales sistemas son su especificidad, la arquitectura y las funciones descritas sobre la importancia de acceder en tiempo real la información, junto con el posterior análisis de los datos obtenidos [6].

Área de Estudio

El área de estudio fue el Municipio de San Juan, en el área metro, donde predomina la transportación pública colectiva. La ruta estudiada fue un lunes en la tarde, tomando en consideración que el flujo de las horas pico y el tráfico en las carreteras fuera regular, como de costumbre. La ruta evaluada utilizaba la guagua AMA T9, desde la parada en la Avenida Barbosa en dirección hacia San Juan, frente al terminal de autobuses de Capetillo en Río Piedras, culminando la ruta en el terminal de Covadonga en el Viejo San Juan. Por último, para regresar el recorrido, se terminó utilizando la guagua T3 de la compañía First Transit, que partía desde el terminal de autobuses en Covadonga en el Viejo San Juan hasta la estación de Sagrado Corazón. Ambos sistemas transitan la ruta por la Avenida Fernández Juncos, de forma tal que se pudieran comparar. Aunque se suplen unos a los otros, las guaguas de la

compañía First Transit están en mejores condiciones. En dicha ruta se tomaron varias fotos como producto de la investigación. Con la ruta de estudio establecida, se creó un mapa para mostrar el tramo recorrido en el sistema colectivo de autobuses. El mapa se creó utilizando el programa de ArcMap en la versión 10.5. Vea la Figura 1.



Figura 1
Área de estudio

METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos establecidos, la presente investigación estudió el funcionamiento del servicio de sistema colectivo de autobuses en Puerto Rico.

Para que los datos fueran neutrales, se recomendó entrevistar el mismo número tanto de hombres como de mujeres y que se llevara de manera al azar. El primer paso fue ir al campo y establecer una ruta o un área de estudio para analizar el funcionamiento actual de dicho sistema. La ruta que se tomó tendría que ser en día de semana, preferiblemente en las horas pico y que el tráfico en las carreteras fuera el regular. La ruta debía ser una de larga distancia para poder apreciar al máximo el servicio y el

funcionamiento del sistema colectivo de autobuses en el área metro.

Como el sistema incluye dos tipos de compañías, la AMA y First Transit, se tomaron ambos tipos de autobuses, ya que, aunque se suplen las rutas unas a las otras, sería lo correspondiente para comparar y contrastar ambos sistemas de autobuses. Finalmente, durante el recorrido fue ideal poder encuestar a los pasajeros y los conductores del autobús sobre cómo se sienten con respecto a la ruta y el servicio del sistema en términos de la tecnología que se está utilizando hasta el momento. En dicha ruta se tomaron varias fotos para análisis futuros de la investigación. Para la ruta establecida se hizo un mapa que presenta el tramo recorrido en el sistema de autobuses.

Para la recopilación de datos sobre el sistema colectivo de autobuses, se fue al campo para levantar los datos. Para esto fue necesario crear un modelo que ayudara a cumplir con los objetivos establecidos y lo ideal era hacer una encuesta con varias preguntas claves que reflejaran el pensamiento de los usuarios sobre el actual sistema colectivo de autobuses y cómo éstos tienen que cambiar su rutina al tomar un autobús. Esta encuesta se podía hacer de ambas maneras, tanto digital, ya sea con un dispositivo inteligente, ejemplo una tableta, como también imprimirla y que la pudieran llenar de forma manual.

La encuesta incluía premisas sobre el funcionamiento del mismo sistema y se invitaba a los pasajeros que utilizan a diario el servicio a participar del estudio. Con los datos recopilados, los resultados podían ser analizados y mostrados a través de tablas o diagramas que simplificaran las respuestas claves de los usuarios.

La encuesta constó en no más de 10 a 15 preguntas, ya que muchas preguntas para el usuario no reflejarían los datos de manera eficiente. Por último, una entrevista con un empleado de alto mando en las oficinas del sistema colectivo de autobuses fue el paso final para el levantamiento de datos.

La entrevista iba encaminada a ser sobre las respuestas de los usuarios, información del sistema

de autobuses, la tecnología que se está utilizando actualmente, su funcionamiento y mantenimiento.

Para finalizar con los datos recolectados a través de la investigación sobre el sistema de autobuses en Puerto Rico, se creó un diagrama que mostrara el funcionamiento de lo que sería el sistema colectivo utilizando el GPS como herramienta para el conocimiento de sus usuarios. Por ende, se crearía un prototipo de cómo sería el sistema en función, lo cual estaría reflejado en un monitor mostrado en los distintos terminales con mayor flujo de usuarios. Esto sería un programa piloto que presente dichos datos e información de los autobuses en tiempo real mediante el uso del GPS. Con los datos obtenidos, se proyectaría mejorar el factor tiempo, la desinformación y se modernizarían las rutas establecidas del sistema colectivo de autobuses en Puerto Rico.

Materiales y Herramientas

Durante el transcurso de la investigación se utilizaron distintos materiales y herramientas, como métodos para la recopilación y análisis de datos, etc. Estos son:

Componentes físicos o hardware:

- Ipad 7ma generación 2019
- Macbook Pro 2015, procesador Intel Core i5

Componentes lógicos o software:

- Excel 2017
- Word 2017
- One Note 2017
- ArcMap 10.5
- Survey Monkey
- Adobe Acrobat 2015
- Parallels Desktop 13
- Google Earth 7.3.2

RECOPIACIÓN DE DATOS

Para la recopilación de datos sobre el sistema colectivo de autobuses, se creó una encuesta digital utilizando la página de web “Survey Monkey” y en formato Word, de forma tal que el usuario, utilizando un iPad como herramienta, pudiera llenarla de forma digital o imprimirla y

cumplimentarla manualmente. La encuesta fue una parte crucial y la base de la investigación, ya que los pasajeros son los que utilizan a diario el sistema de transporte colectivo. Los pasajeros son los que constantemente ven las fallas del sistema y cómo este mismo podría mejorar para que opere de una forma más eficiente.

La encuesta consistió en contestar una serie de preguntas de cómo se sienten sobre el actual sistema y cómo tienen que cambiar su rutina al tomar un autobús en Puerto Rico. Las encuestas se administraron en los terminales de Capetillo en Río Piedras, en la estación de Sagrado Corazón y, por último, en el terminal Covadonga localizado en el Viejo San Juan. Por ende, la población que recurre al uso del sistema colectivo tiene un propósito distinto a base de la localización del terminal.

El terminal de Río Piedras es frecuentado por personas mayores principalmente. Estos utilizan el terminal como punto de encuentro para conectar con otras rutas, para ir a citas médicas, para trabajar o hacer compras. En el casco de Río Piedras todavía quedan tiendas abiertas a lo largo del Paseo de Diego, de lo que un día fue un punto de encuentro para la economía del sector, con un sinnúmero de personas transitando en los años 80's, 90's y a principios de los 2000's. Son los jóvenes que cursan en las diferentes escuelas públicas y privadas a lo largo de Río Piedras los otros que más utilizan el servicio de transporte colectivo, ya que es el medio para llegar a sus hogares.

La estación de Sagrado Corazón funciona como un punto de intersección entre dos sistemas públicos, donde fluye todo tipo de clases sociales y edades. Las personas que vienen desde el Viejo San Juan y las personas que la usan para ir hacia el Viejo San Juan. Estos se intercambian entre el uso de la guagua y el Tren Urbano. Cerca de la estación quedan oficinas de servicios profesionales, empleos y oficinas gubernamentales como el CESCO.

El terminal de Covadonga en el Viejo San Juan es la última parada al norte de la capital. Funciona como un punto final, no solo por ser la capital, sino como un destino turístico tanto interno como externo. Hay oficinas de servicios profesionales, e

incluso se destaca en la diversidad de comercios culinarios, empresas de ventas de productos, ropa y otros.

Funcionamiento del GPS y su Implementación

El funcionamiento del GPS es uno vital para el manejo de los sistemas de transportes en la época moderna. La tecnología nos facilita los datos con dichas herramientas, ya que ayudan al análisis y proceso tanto de los sistemas como de sus usuarios. Estos datos ayudan a planificar y mejorar estos sistemas para que se lleven a cabo de una forma eficiente, no solo para el manejo y funcionamiento de éstos, sino para el servicio que se le brinda a la población.

El GPS en un sistema de transporte colectivo de autobuses como en Puerto Rico puede brindar el dato esencial para estimar el tiempo en la ruta desde un destino a otro. El proceso de la localización en tiempo real y la función del GPS en un sistema de transporte público de autobuses se ve reflejado en la Figura 2.

GPS

El GPS emite la información de posicionamiento, que es transferido a través de un enlace GPRS al GGSN del operador, y luego un servidor remoto a través de una conexión TCP. El servidor TCP almacena los datos posicionales entrantes en una base de datos MySQL. Cuando el usuario utiliza la página de seguimiento, que está en un servidor de código abierto, sube una página HTML con un código JavaScript incrustado. El JavaScript se ejecutaría en el navegador del usuario, lo cual tiene unas instrucciones específicas para recuperar la información sobre el posicionamiento a la base de datos MySQL cada segundo. Luego integra esta información en Google Maps a través del API, que muestra la posición en un mapa. Dado que la información posicional se recupera cada segundo y los mapas se actualizan en la misma frecuencia, se logra un efecto de seguimiento de posicionamiento del GPS en tiempo real [7].

API de Google Maps

Para ubicar cualquier autobús en un mapa, es necesario tener los valores de coordenadas de latitud y longitud. Estos valores se obtienen del receptor, GPS de cada autobús. Google refleja sus imágenes a través de un REST (Representational State Transfer) API mejorado con JavaScript y tecnologías AJAX. El sistema utiliza el API de mapas JAVA de código abierto con los guiones estándares. Un ejemplo de esto sería <http://maps.google.com/maps/api/staticmap>. Después del signo de interrogación, se agregan los parámetros de consulta y sus restricciones. Estos parámetros de consulta y restricciones se establecen entre números, parámetros y valores (codificación del autobús, tiempo de espera, paradas o terminales, tiempo de traslado, entre otros) dependiendo de lo que los usuarios necesiten sobre el servicio del mapa. Las listas de los parámetros están separadas por el símbolo de: y comercial (&) [8].

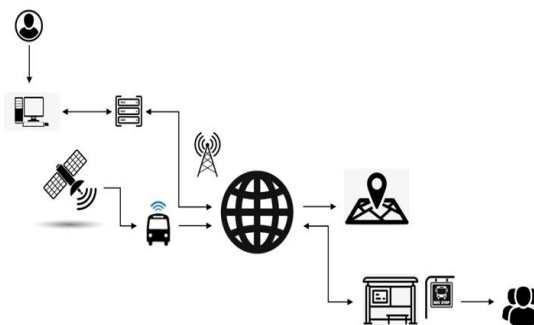


Figura 2
Funcionamiento de GPS en Tiempo Real

Monitor

El monitor es el resultado final en la función de una parada inteligente. La mayoría de la población que utiliza el sistema público de guaguas en Puerto Rico es una de edad avanzada. Por lo tanto, hay que tomarlos en consideración a la hora de crear el *software* que se proyecte en el monitor, que sea uno simple y sencillo, que ellos puedan comprender y manipular (dominar). El monitor debe ser uno que muestre información primordial para el usuario: la hora, la fecha, la temperatura y por supuesto, la próxima guagua por entrar al terminal como

información de referencia. A esto se le puede añadir propaganda, como las portadas de los periódicos primarios en el país y un sistema acordado con varias entidades para espacios para promocionales y anuncios importantes. Con esta propaganda, el sistema del monitor puede pagarse a largo plazo sin tener que subir la tarifa de la transportación pública para que el usuario no se vea afectado, sino beneficiado de la nueva tecnología.

Para hacer un análisis del sistema, se podría hacer un programa piloto mostrándolo en un terminal principal para observar cómo la población se adapta al sistema. El sistema incluso podría llevar el conteo de cuántos usuarios utilizaron el monitor a diario. Un pasajero puede tocar la pantalla y realizar diferentes acciones. Ejemplo de un diagrama mostrando el interfaz entre el usuario y el monitor se muestra en la Figura 3. Un interfaz fácil de usar, especialmente diseñado para paradas inteligentes, será mostrado al pasajero con diferentes opciones para seleccionar, lo que ayudaría al pasajero en la selección de su destino [5].



Figura 3
Interfaz entre usuario y el monitor

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los datos adquiridos a lo largo de la investigación se encontró que la mayoría de la población que todavía utiliza el sistema de transporte público de autobuses es uno de edad avanzada (60 años o más), lo cual categoriza al sistema como uno que se ha deteriorado con el pasar de los años. La Figura 4 muestra la distribución de edades de la población que se entrevistó a lo largo de la investigación.

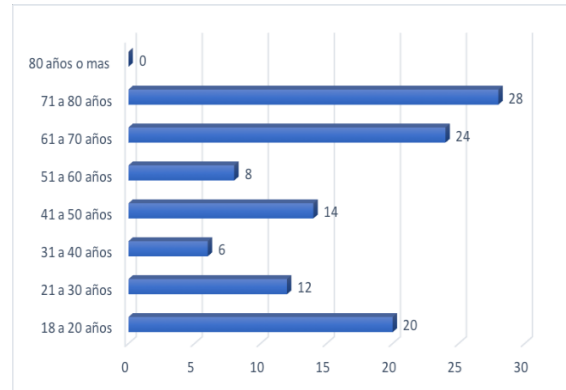


Figura 4
Edad de usuarios

El sistema permanece teniendo un sinnúmero de pasajeros semanalmente que utilizan el autobús, mínimo desde 1 vez al día y hasta puede llegar a más de 3 veces al día para lograr hacer sus diligencias. El sistema de transporte colectivo es el único medio de transporte para la mayoría de la población que todavía lo utiliza. Como resultado de ser su único medio de transporte, la población que se mueve para todos lados utilizando el autobús para llegar a hacer sus diligencias, los tiene que utilizar el servicio en más de 2 ocasiones al día y hasta más de 3 veces a la semana. La Figura 5 refleja la frecuencia en que los usuarios utilizan el autobús por semana.

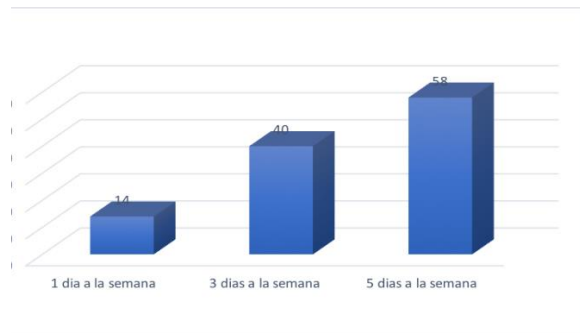


Figura 5
Frecuencia de usuarios utilizando el autobús por semana

La mayor parte del tiempo los pasajeros tienen que esperar mucho para que llegue su próximo autobús, en ocasiones más de una hora (40%). La Figura 6 representa cuánto tiempo los pasajeros usualmente tienen que esperar para tomar el autobús.

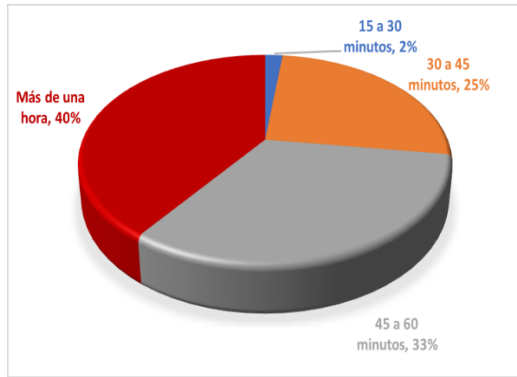


Figura 6
Tiempo de espera de usuarios por el autobús

Ya que la mayoría de los usuarios que utiliza el sistema de transporte colectivo de autobuses lo hace de manera rutinaria para hacer distintos tipos de diligencias, la planificación de las rutas es vital para que los pasajeros puedan llegar a sus destinos. La mayoría de las ocasiones se ven forzados a tomar más de 1 autobús. La Figura 7 representa los datos más relevantes del uso del autobús, siendo ir a la casa o hacer compras la predominante. Dicha grafica refleja lo importante que es el sistema de transporte de autobuses en su vida cotidiana.

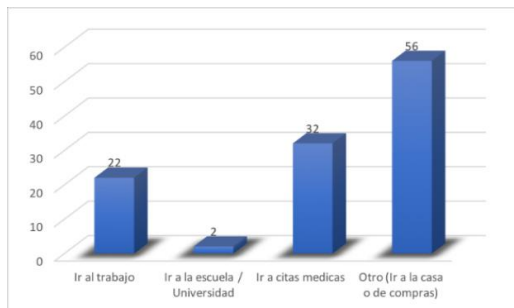


Figura 7
Los destinos frecuentemente visitados por los usuarios

Está presente en los pasajeros el tener que utilizar otro método de transporte público y cambiar su rutina si el tiempo de espera es demasiado. Sin embargo, la inmensa mayoría de los pasajeros conocen las rutas de las guaguas, ya que llevan años utilizando el sistema de autobuses. Al tener los pasajeros este conocimiento, se les preguntó si se sentirían más tranquilos esperando al tener una idea más concreta de la localización y por dónde va su guagua.

La Figura 8 representa los datos sobre si los pasajeros se sentirían más tranquilos si supieran la localización exacta de sus autobuses.

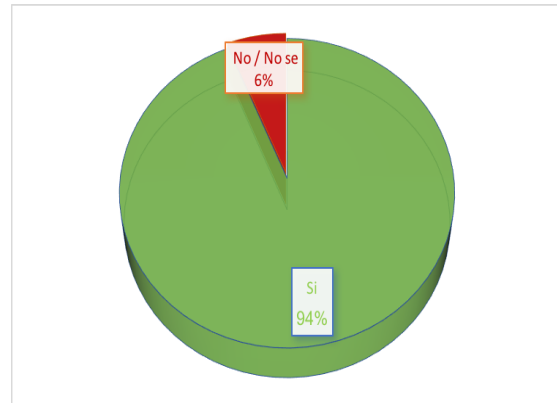


Figura 8
Conocimiento de localización

Por último, se les preguntó a los usuarios cómo calificaría el sistema de transporte público de autobuses, ya que muchos sienten que no tienen otra opción de transporte. A los usuarios no tener otra alternativa de transporte, tienen que experimentar los distintos problemas que se le presentan al sistema de transporte colectivo de autobuses, ya sea la mala planificación, el pobre mantenimiento de las guaguas, la falta de información y hasta falta de seguridad. Un 29% indicó que el servicio era bueno o eficiente. La Figura 9 refleja el resultado de como catalogarían el sistema de transporte hasta el momento.

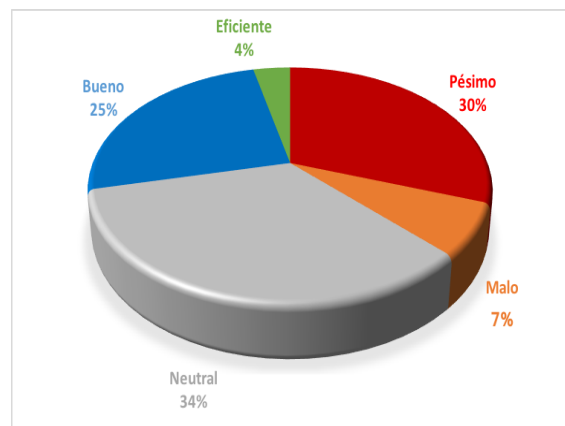


Figura 9
Calificación del sistema de transporte colectivo

Un ejemplo de cómo se reflejaría el monitor representando la localización de un autobús en tiempo real en una parada para sus pasajeros se presenta en la Figura 10.

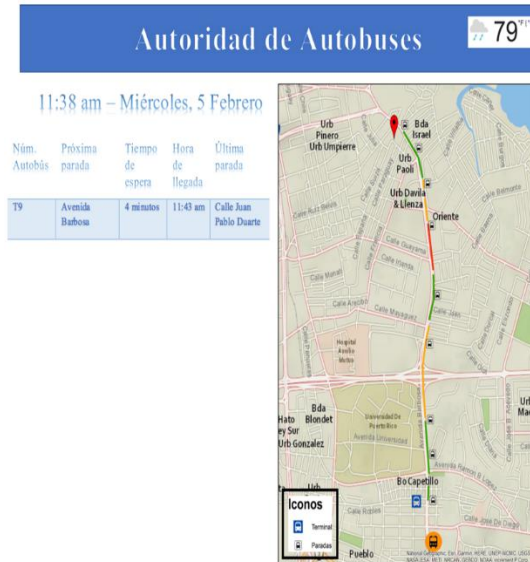


Figura 10
Representación visual del monitor en tiempo real

CONCLUSIÓN

Los datos adquiridos a lo largo de la investigación reflejaron que el sistema de transporte colectivo de autobuses sufre de fallas y le hacen falta mejoras a nivel tecnológico, ya sea para mejorar tanto su servicio como su planificación. Incluso estas fallas son las mismas que no promueven a que otras generaciones más jóvenes lo utilicen. Algunas de las guaguas cuentan con los dispositivos de GPS o conteo de pasajeros, pero no están en funcionamiento. Con una herramienta que ayude a que el sistema se presente en tiempo real para los empleados y especialmente para sus usuarios, aliviaría los problemas de desinformación para todos los concernidos. Esta herramienta se le podría proveer a la población que lo utilice y como resultado, lo que permitiría mejorar el tiempo e información y promover el servicio a otros usuarios. Con la frecuencia que utilizan el sistema los usuarios, se podría catalogar como uno que todavía no está completamente obsoleto. El factor tiempo

juega un rol importante tanto en la vida humana como en el sistema de transporte colectivo. Sin un sistema que ayude al pasajero a tener conocimiento del tiempo de espera en la edad moderna y con tanta tecnología al alcance, se convierte en uno inadmisibles.

Finalmente, esto deja un sentido de desinformación hacia el pasajero sin tener conocimiento si ya su guagua pasó o en cuanto tiempo estará llegando. Con dicha herramienta se podría llevar a cabo distintos tipos de análisis, ya sea conteos en las guaguas, el tiempo de las rutas y la localización de los autobuses. Esta herramienta ha sido implementada en distintas ciudades alrededor del mundo, lo que conlleva a un alto flujo de usuarios, sobre todo de aquellos que no tiene los mismos recursos o acceso a otros medios de transporte. Con dichos análisis se podría hacer un sinnúmero de proyectos futuros. Por ejemplo, ya sea implementando un monitor en los terminales grandes y poner algo más práctico en las paradas, o una aplicación móvil o vía “QR CODES”, ya que la mayoría de la población actual cuenta con un celular inteligente.

REFERENCIAS

- [1] R. A. Wahab, M. N. Borhan, and R. Rahmat, "Prediction of Bus Arrival Times at Bus Stop," *International Journal of Technology*, vol. 8, no. 1, pp. 158-165, January 2017. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/313120644_Prediction_of_Bus_Arrival_Times_at_Bus_Stop. [Accessed Jan 16, 2020].
- [2] B. Ferris, K. Watkins, and A. Borning, "OneBusAway: Results from Providing Real-Time Arrival Information for Public Transit," CHI '10: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 1807–1816, April 2010. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/1753326.1753597>. [Accessed Jan 11, 2020].
- [3] M. Kumbhar, M. Survase, P. Mastud, "Real Time Web Based Bus Tracking System," *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, vol. 5, no. 10, pp. 266-268, 2015. [Online]. Available: <https://www.irjet.net/archives/V3/i4/IRJET-V3I4I28.pdf>. [Accessed Jan 3, 2020].
- [4] V. V. V. V. G. Gayathri, "Real Time Bus Tracking System," *International Journal of Advanced Research in*

- Computer Science*, vol. 9, no. 1, pp. 15-17, 2018. [Online]. Available: <https://search.proquest.com/openview/0560af24fbc365ba94807e5497a3c5f5/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1606379> [Accessed Jan 16, 2020].
- [5] R. Iqbal and U. Ghani, "Intelligent Bus Stops in the Flexible Bus Systems," *Journal of Engineering Science and Technology Review*, vol. 7, no. 4, pp. 59-65, Sept 2014. [Online]. Available: DOI: 10.25103/jestr.074.10. [Accessed Dec 25, 2019].
- [6] J. Freire Sousa, J. Rocha Teixeira, and J. Barreira Ferreira, "Real-Time Management and Control of a Bus Public Transport Network: The STCP Experience," *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, vol. 5, pp. 30-32, 2009. [Online]. Available: doi:10.3991/ijoe.v5s2.1099. [Accessed Dec 25, 2019].
- [7] A. A. K. T. S. S. M. M. Borkar, "A Survey on GPS enabled City Bus Tracking System and Smart Ticketing," *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 4, no. 10, pp. 18972-18979, 2016. [Online]. Available: http://www.ijirce.com/upload/2016/october/181_Borkar%20Paper.pdf [Accessed Apr 3, 2020]
- [8] S. Eken, A. Sayar, "A Smart Bus Tracking System Based on Location-Aware Services and QR Codes," In Proc. IEEE International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications, Alberobello, Italy, 2014. [Online]. Available: doi: 10.1109/INISTA.2014.6873634. [Accessed Apr 3, 2020].
- [9] M. Shkoukani, F. Ajjam, and H. Ali, "Real-time transit tracking system to evolve and facilitate the transportation process at the Applied Science University," *International Journal of Advanced Computer Research*, vol. 6, no. 22, pp. 9-17, 2015. [Online]. Available: <https://www.accentsjournals.org/PaperDirectory/Journal/IJACR/2016/1/2.pdf>. [Accessed Apr 3, 2020].
- [10] J. Wang, Y. Cao, "Operating Time Division for a Bus Route Based on the Recovery of GPS Data," *Journal of Sensors - Hindawi*, vol. 17, pp. 1-8, 2017. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1155/2017/1321237>. [Accessed Jan 11, 2020].

APÉNDICE

Encuesta



Mejoras a la ruta de la transportación pública de autobuses vía su geolocalización en tiempo real

- Toda información brinda por esta encuesta será totalmente voluntaria y confidencial. Los resultados de los datos serán usados para fines educativos y serán obtenidos al final de la investigación por el profesor Víctor Romero González de la Universidad Politécnica de Puerto Rico.

Instrucciones: Responda a las siguientes preguntas que se relacionen con usted. Para obtener la mayoría de las respuestas, marque el encasillado que más le convengan o se relacione, complete los espacios en blanco. (Seleccione solo una)

1. Edad:

- 18 a 20 años
- 21 a 30 años
- 31 a 40 años
- 41 a 50 años
- 51 a 60 años
- 61 a 70 años
- 71 a 80 años
- 81 años o mas

2. Genero:

- Femenino
- Masculino
- Otro

3. Cuantas veces utiliza el autobús a diario:

- 1 vez al día
- 2 veces al día
- 3 veces al día
- Más de 3 veces al día

4. Cuan frecuentemente utiliza el autobús por semana:

5. Cuanto tiempo tiene que esperar por el autobús:

- 5 a 15 minutos
- 15 a 30 minutos
- 30 a 45 minutos
- 45 a 60 minutos
- Más de una hora

6. Cuantos autobuses tiene que tomar para llegar a su destino:

- 1 autobús
- 2 autobuses
- 3 autobuses
- Más de 4 autobuses

7. Para que utiliza el autobús:

- Ir al trabajo
- Ir a la escuela / universidad
- Ir a citas medicas
- Otro

8. Tiene que cambiar su rutina por el tiempo de espera del autobús:

- Si
- No

9. Utiliza otro método de transporte público:

- Si
- No

10. ¿Se sentiría más tranquilo/a esperando si conociera la localización del autobús?

- Si
- No

11. Conoce las rutas y hacia donde se dirigen los distintos autobuses:

- Si
- No

12. Cómo calificaría el sistema de transporte colectivo:

- Pésimo
- Malo
- Neutral
- Bueno
- Eficiente

13. Tiene un celular inteligente:

- Si
- No

14. Que mejoras le recomienda al sistema de transporte publico de autobuses:

15. Comentarios:

- Estudiante: Ricardo Pacheco O'Neill
- Profesora: Víctor Romero González

Universidad Politécnica de Puerto Rico
Maestría en Ciencias y Tecnología Geoespacial

