

## **Propuesta de Proyecto:**

Generación de un modelo para el análisis de la demanda de servicio  
en un sistema de transporte público

### **1. Definición del problema**

#### **Objetivo general:**

Generar un modelo para el análisis de demanda de servicio en un sistema de transporte público.

#### **Objetivos específicos:**

Crear una base de datos a partir de los datos espacio-temporales de recorridos y marcas de subidas y bajadas de pasajeros de un grupo de buses.

Extraer información de rutas de forma automatizada a partir de datos espacio-temporales de recorridos de buses y marcas de subidas y bajadas de pasajeros.

Realizar agrupamiento de rutas para los datos de recorridos de buses en la base de datos.

Obtener patrones de comportamiento espacio-temporales para las rutas establecidas.

Obtener información estadística sobre el comportamiento de la demanda en un caso particular de ruta de bus para la parametrización del modelo a generar.

Generar un modelo en NetLogo para un caso particular de ruta de bus, que permita realizar un análisis del comportamiento del sistema a partir de parámetros tales como la frecuencia de salidas de buses y la demanda de usuarios en los diferentes puntos de la ruta. El modelo tendrá como posibles datos de salida los tiempos de espera promedio de los usuarios, tiempos promedios de recorrido y cantidad de pasajeros movilizados.

## **Productos esperados:**

- ***Programa de detección automática de rutas***

**Datos de entrada:**

Información espacio-temporal (fecha, hora, latitud y longitud) de recorridos de un grupo de buses.

Información de marcas de subidas y bajadas de pasajeros con referencia temporal (fecha y hora).

**Salida esperada:**

Listado de rutas detectadas. Una ruta se especifica por una sucesión de puntos georeferenciados (latitud y longitud).

- ***Programa de clasificación de rutas***

**Datos de entrada:**

Información espacio-temporal (fecha, hora, latitud y longitud) de recorridos de un grupo de buses.

**Salida esperada:**

Listado de recorridos agrupados por rutas predefinidas. La idea es seleccionar cúmulos de puntos de georeferenciados, donde los cúmulos o clusters van a coincidir con las paradas de los buses.

- ***Análisis estadístico de los recorridos de una ruta***

**Datos de entrada:**

Información espacio-temporal (fecha, hora, latitud y longitud) de recorridos de un grupo de buses correspondientes a una ruta predefinida.

**Salida esperada:**

Valores promedio de tiempos relativos al inicio de recorrido de los puntos de la ruta y sus respectivas desviaciones a lo largo de franjas horarias del día con comportamiento similar. Consultas para la generación de Boletaje (información de horarios en puntos de control para el recorrido de un bus en una fecha). Posibilidad de generar gráfico de demandas para cada recorrido.

- ***Modelo en Netlogo para análisis de escenarios de oferta y demanda***

**Datos de entrada:**

Definición espacial de la ruta seleccionada, resultados del análisis estadístico y valores específicos de la corrida (se propone inicialmente: frecuencia de salida de buses y demanda de usuarios).

**Salida esperada:**

Resultados de la ejecución del modelo: tiempo promedio de espera de los pasajeros (para diferentes tasas de llegada), tiempo promedio del recorrido y cantidad de pasajeros movilizados.

## 2. Revisión Bibliográfica

### Referencias:

Lista de artículos recopilados relacionados con el tema, en proceso de revisión.

Etienne L., Devogele T. y Bouju A. (2010) *Spatio-Temporal Trajectory Analysis of Mobile Objects following the same itinerary*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 38, Part II.

Herring, R. (2010) *Real-Time Trac Modeling and Estimation with Streaming Probe Data using Machine Learning*. University of California, Berkeley, USA.

Hilse, K. (2005) *Similar Pattern Search in History Data*. Humboldt University, Berlin.

Nijhuis, S. (2008) *Application of GPS Data in Geographic Information Systems*. Urbanism on Track. Application of tracking technologies in urbanism, Vol 1.

Tisue S. y Wilensky U. (2004) *NetLogo: A Simple Environment for Modeling Complexity*. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling Northwestern University, Evanston, Illinois.

Zheng Y., Liu L., Wang L. y Xie, X. (2008) *Learning Transportation Mode from Raw GPS Data for Geographic Applications on the Web*. Refereed Track: Mobility. China.

### Reseñas:

Se incluyen reseñas de 3 de los artículos recopilados que se han revisado con mayor detalle.

#### *Spatio-Temporal Trajectory Analysis of Mobile Objects following the same itinerary*

En este artículo se realizó minería de datos sobre información espacio-temporal de barcos para detectar los diferentes itinerarios en los viajes realizados en una zona marítima de Francia. A partir de esta información se agruparon los viajes de la base de datos en alguna de las rutas detectadas.

Al analizar estadísticamente los grupos de viajes en cada una de las rutas, se definieron patrones de comportamiento, tanto en el espacio como en el tiempo. Empleando los patrones obtenidos es posible detectar situaciones inusuales tales como desvíos de la ruta principal para un mismo itinerario, atrasos o adelantos en un viaje respecto al promedio, etc. También se posibilita predecir el comportamiento de un barco a partir de las posiciones del mismo al compararlos con los patrones encontrados.

El análisis realizado en este artículo es muy similar al trabajo que se desea realizar en la presente propuesta. Una variación del caso de estudio del artículo respecto al que se propone es que al analizarse viajes de barcos en el primero, las rutas presentan una mayor divergencia en cuanto a posición geográfica, por desplazarse en áreas abiertas. En nuestro caso, al tratarse de recorridos de buses, las rutas están predefinidas y los valores de posición geográfica deberían de presentar variaciones menores al estar restringido el tránsito a las calles y avenidas de la ruta.

El estudio en el artículo se realiza una definición manual de itinerarios a partir de zonas consideradas importantes (áreas de espera, obstáculos u otras características geográficas, puertos, etc). En nuestro caso se pretende realizar esta definición de forma automática ya que se tiene la ventaja de contar con información de marcas por subidas o bajadas de pasajeros, lo que permite establecer las paradas de los buses como puntos que definen el itinerario.

De este artículo se considera importante tener en cuenta conceptos aplicados tales como el filtrado de viajes con datos faltantes (por fallas de comunicación del GPS) o con datos erróneos (determinados por ejemplo a partir de cálculo de velocidades que se salgan del rango normal para el tipo de vehículo).

Otro concepto muy importante que toma en cuenta el análisis de este artículo es el aspecto temporal, pues menciona otros estudios que únicamente consideran el aspecto espacial. El incluir este concepto en nuestro estudio permitirá definir patrones de comportamiento para establecer cuándo en un recorrido particular se llega tarde o temprano a cierto punto de la ruta, lo cual es muy importante de analizar en un sistema de transporte público.

#### *Application of GPS Data in Geographic Information Systems.*

El artículo habla acerca de cómo utilizar los datos georeferenciados como herramienta para la planificación urbana, aunque no se refiere al caso específico de este trabajo (transporte público), se considera un buen ejemplo de cómo el análisis de la información geoespacial puede apoyar la toma de decisiones.

Mediante el uso de Sistemas de Posicionamiento Geográfico se logra representar, modelar y analizar complejos ambientes espaciales, esto con el fin de que profesionales del área de la planificación y diseño tomen las mejores decisiones que tendrán gran impacto en un número grande de población, esto con el fin de mejorar la eficiencia de la sociedad y también aumentar su calidad de vida.

También habla un poco sobre el malentendido general acerca de lo que es GIS, el cual erróneamente se piensa que es solamente mapas georeferenciados, pero en realidad es mucho más que eso, ejemplo de esto es la capacidad de búsqueda de patrones en el espacio y tiempo. Característica que puede ser de mucha utilidad para el proyecto.

Para mostrar dichas capacidades en este artículo se usó como ejemplo el análisis del comportamiento (patrones de actividad en espacio y tiempo) de peatones en un área determinada, con el fin de usar dichos datos como herramienta para la correcta planificación de un proyecto a gran escala.

*NetLogo: A Simple Environment for Modeling Complexity.*

Este artículo hace una introducción a NetLogo, mostrando sus principales características y posibles aplicaciones en el área de la investigación y enseñanza.

NetLogo es un lenguajes de programación multi-agente junto con un ambiente de modelado para simular fenómenos naturales y sociales; particularmente bien equipado para simular sistemas complejos que se desenvuelven en el tiempo.

Se llama así porque fue inspirado en el antiguo lenguaje Logo, el cual utiliza tortuga que se mueve por la pantalla del ordenador, su principal diferencia es que posee características de otro lenguaje como lo es Lisp, como lo son la concurrencia y los agentes. Con lo anterior se pueden tener miles de “tortugas” con un comportamiento determinado para simular un ambiente dado.

Este sistema está programado en Java pero el lenguaje es basado en Lisp (con algunas características adicionales como lo son bucles y otros). Se escogió Java por su característica de independencia con las plataformas; también porque posee numerosas bibliotecas para aplicaciones gráficas, lo cual permite que NetLogo pueda ofrecer visualizaciones de las simulaciones.

También es importante mencionar que NetLogo puede comunicarse con lenguajes o programas externos, esto para hacer la experiencia de investigación más flexible.

La idea con respecto a nuestro proyecto es poder utilizar NetLogo para realizar una simulación del recorrido de una ruta de bus.

### 3. Planificación del Proyecto:

Semana	Eventos
Semana 8	Revisión Bibliográfica
	Presentación de Propuesta del Proyecto
Semana 9	Traslado de los insumos (información espacio-temporal y de marcas de los buses) de archivos de hoja electrónica a una base de datos.
Semana 10	Obtención automatizada de las rutas recorridas por los buses.
Semana 11	Agrupamiento en rutas encontradas para los recorridos de los buses.
Semana 12	Obtención de patrones de espacio y tiempo para los grupos de recorridos de una misma ruta
Semana 13	Informe de Avance del Proyecto
Semana 14	Obtención de información del comportamiento de la demanda en una ruta seleccionada para parametrización del modelo.
Semana 15	Creación de Modelo en Netlogo
Semana 16	Creación de Modelo en Netlogo
Semana 17	Informe Final