

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Ingeniería
Departamento de Ingeniería de Transporte y Logística



Sistemas Urbanos Inteligentes

Introducción

Hans Löbel

Dpto. Ingeniería de Transporte y Logística
Dpto. Ciencia de la Computación

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Ingeniería
Departamento de Ingeniería de Transporte y Logística



Ciudades Inteligentes

Introducción

Hans Löbel

Dpto. Ingeniería de Transporte y Logística
Dpto. Ciencia de la Computación

¿Qué es una ciudad inteligente?



¿Qué es una ciudad inteligente?

- No hay mucha claridad qué podría implicar: operación, planificación, ambos?
- ¿Qué es en este contexto lo “inteligente”? (automático?, autónomo?, control?)
- Tradicionalmente se relaciona con sensores, datos y operación en base a ellos, pero esto cambia con la tecnología.
- Otra mirada podría buscar entender, a partir de sensores, cómo funciona una ciudad y a partir de eso hacerla más inteligente (pero **inteligente ≠ sustentable**).
- Quizá no conviene ver esto al nivel de una ciudad y es mejor comenzar al nivel de sus partes o **sistemas...**

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Ingeniería
Departamento de Ingeniería de Transporte y Logística



Sistemas Urbanos Inteligentes

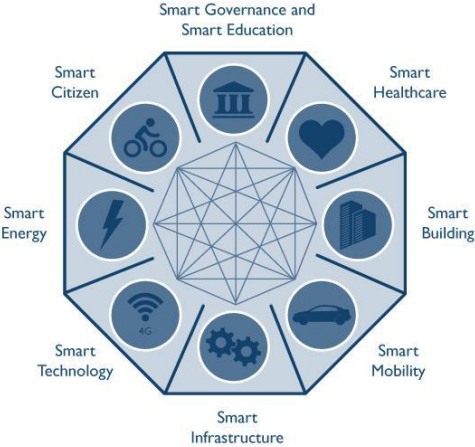
Introducción

Hans Löbel

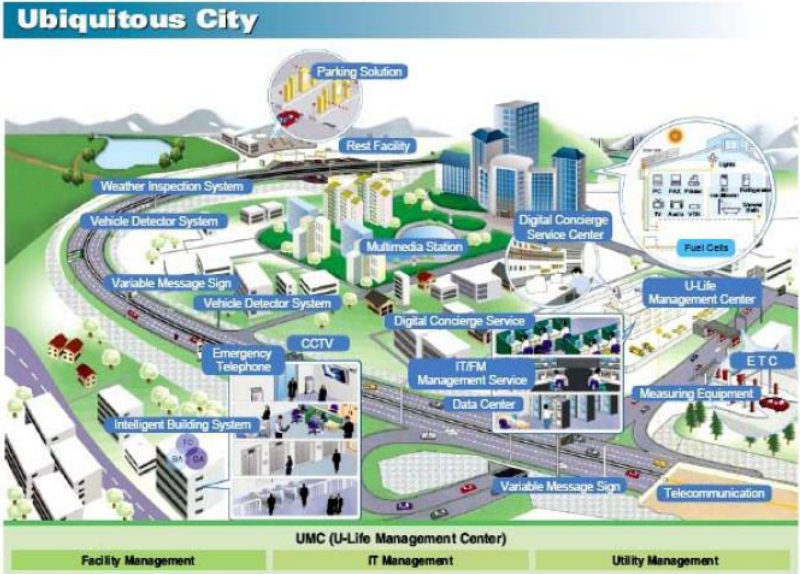
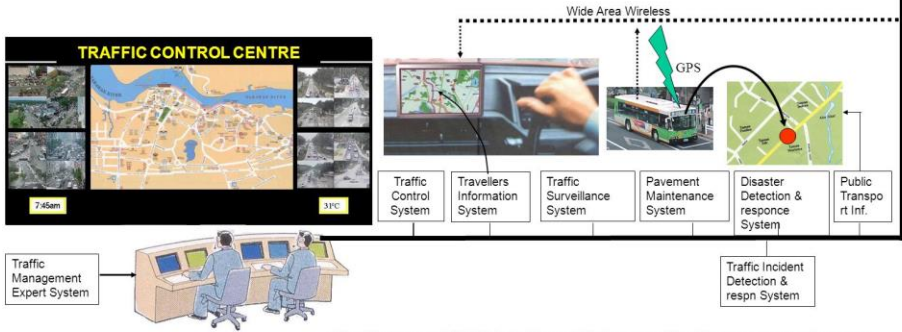
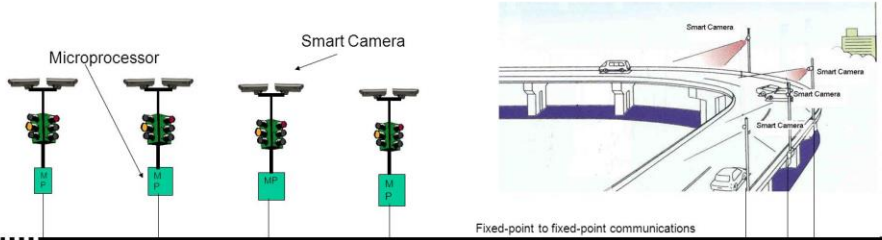
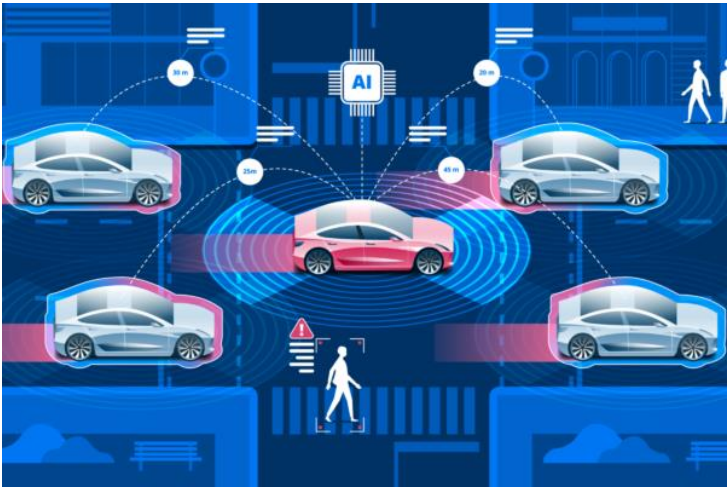
Dpto. Ingeniería de Transporte y Logística
Dpto. Ciencia de la Computación

¿Qué son los sistemas urbanos inteligentes?

SMART CITY CONCEPTS



Source: Frost & Sullivan



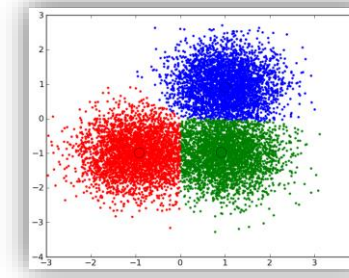
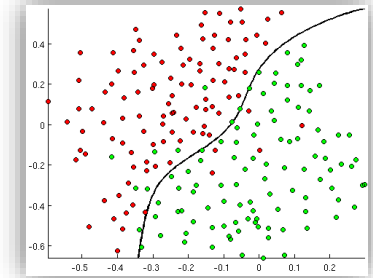
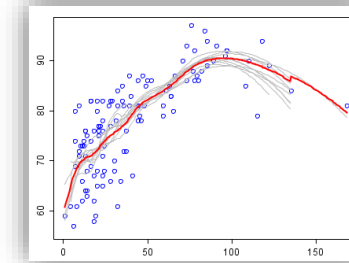
Source: <http://www.korea.net>

¿Qué son los sistemas urbanos inteligentes?

- Para nosotros, al menos durante este curso, serán sistemas de software que *aprenden* de datos urbanos, con el fin de predecir algo, actuar sobre algo, buscar algo, mejorar algo, automatizar algo, entender algo, etc.
- En particular, estos sistemas estarán basados en técnicas de *machine learning*, lo que les entrega la capacidad de *aprender* de los datos.

¿Qué es Machine Learning (ML)?

- ML se centra en el estudio de algoritmos que mejoran su rendimiento en una tarea, a través de la experiencia (mientras más datos mejor).
- Mejoran rendimiento con la experiencia (**mientras más datos mejor***).
- Buscan aprendizaje más que modelamiento de datos (representaciones útiles del mundo)



*Mentira, esto no es siempre así



¿Qué son los sistemas urbanos inteligentes?

- Para nosotros, al menos durante este curso, serán sistemas de software que *aprenden* de datos urbanos, con el fin de predecir algo, actuar sobre algo, buscar algo, mejorar algo, automatizar algo, entender algo, etc.
- En particular, estos sistemas estarán basados en técnicas de *machine learning*, lo que les entrega la capacidad de *aprender* de los datos.
- La pregunta es entonces, por qué *aprender* de los datos y no modelar el problema y usar los datos para calibrar el modelo.
- La respuesta a esto es justamente una de las grandes motivaciones para este curso...

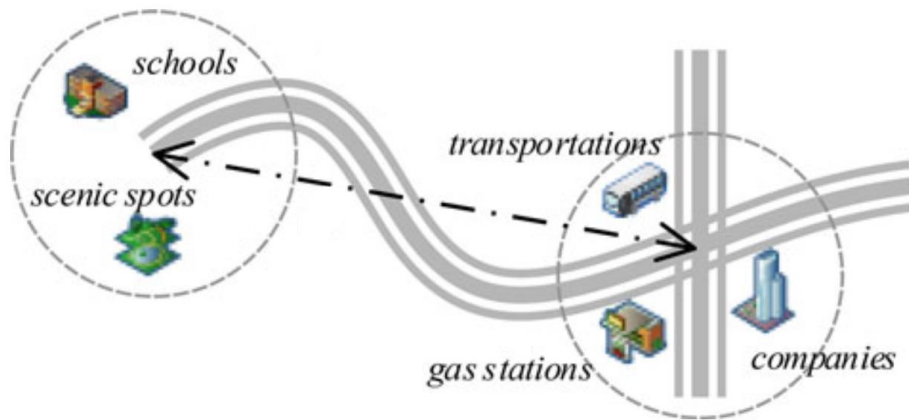
Consideremos un problema de estimación de tiempo de viaje en un contexto urbano



- Hora del día
- Ubicación
- Inicio y fin (hora, ruta)
- Demanda según origen y hora
- Caracterización del instante
- Información reciente e histórica

¿Qué información podríamos/deberíamos utilizar?

Consideremos un problema de estimación de tiempo de viaje en un contexto urbano



¿Qué datos podríamos utilizar para esto?

Consideremos un problema de estimación de tiempo de viaje en un contexto urbano

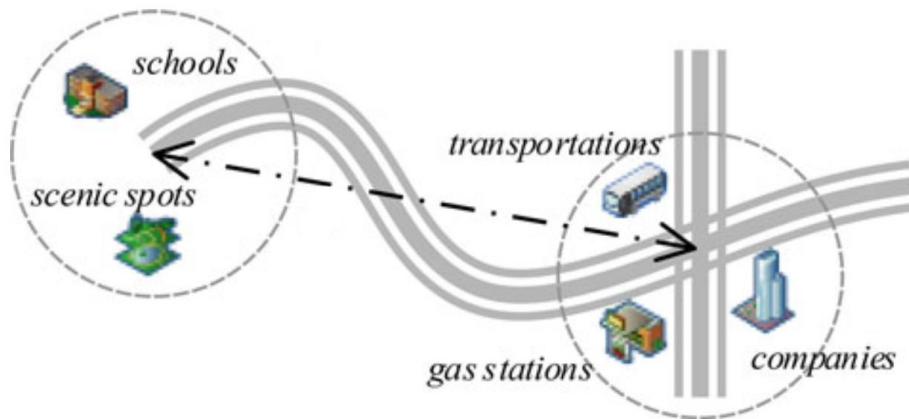


Figura tomada de Tang et al, "Deep Architecture for Citywide Travel Time Estimation Incorporating Contextual Information", JITS (2019)

- Ruta
- Modo – tipo vehículo
- Contexto ruta (figura izq.)
- GPS
- Bluetooth
- BIP (fare cards)
- Uso de suelo
- Clima
- Estado ruta
- Apps

¿Y cómo modelamos la combinación de todo esto para la estimación?

Complejidad de los problemas es la clave

- Motivación para los sistemas urbanos inteligentes no viene en realidad, al menos desde mi perspectiva, de que en la actualidad tenemos muchos datos y hay que aprovecharlos.
- Los datos debemos verlos como una herramienta más, no como un fin (aunque a veces nos abren la cabeza a nuevas ideas/problemas).
- Lo realmente relevante es cómo ha evolucionado la complejidad de las ciudades y sus problemas (o nuestros requerimientos y modo de vida), y simultáneamente la tecnología.
- Y en ese contexto, el modelamiento se pone difícil...

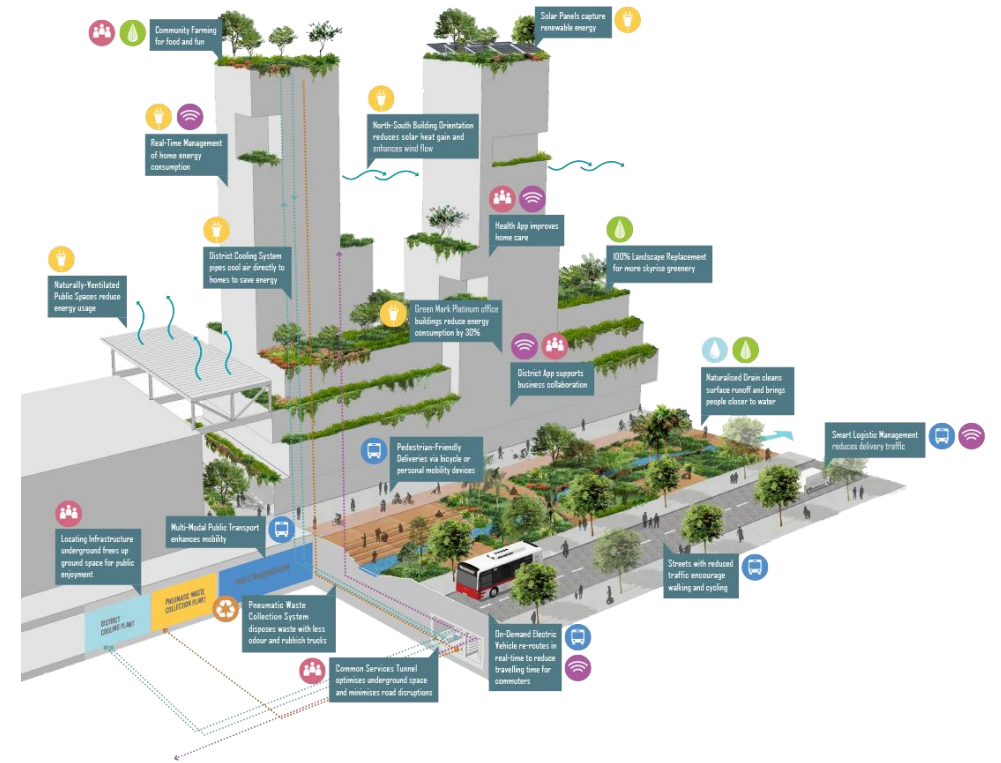
En esencia, todo se reduce a la dificultad, desconocimiento y/o escala de los problemas

- Hay problemas para los que conocemos formas adecuadas de modelar su comportamiento y características.
- En estos casos, no tiene ningún sentido utilizar *machine learning*.
- Sin embargo, si el problema no puede ser modelado matemáticamente de una forma práctica, o si no tenemos idea como modelarlo, debemos recurrir a extraer el modelo desde los datos, y para eso *machine learning* es la herramienta adecuada.
- Si el modelo extraído es entendible o explicable es otro tema, que generalmente no es el fuerte de machine learning.



El curso se divide en 65 capítulos, que se agrupan de acuerdo a distintos tipos de problemas urbanos complejos

0. Introducción (este no lo cuento como un capítulo en realidad)
1. Predicción de comportamiento
2. Percepción de la ciudad
3. Predicción en redes
4. Opinión/preferencias de los ciudadanos
5. Control de tráfico



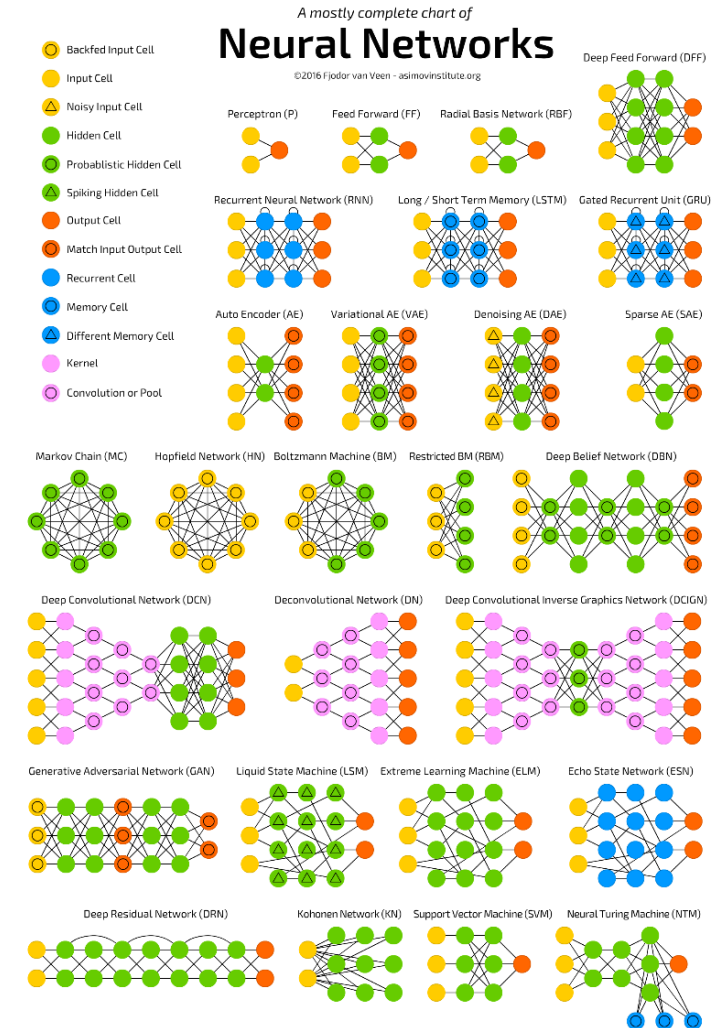
El curso se divide en 65 capítulos, que se agrupan de acuerdo a las distintas fuentes de datos que veremos

0. Introducción (este no lo cuento como un capítulo en realidad)
1. Datos tabulados (encuestas, mediciones, etc.)
2. Datos visuales
3. Datos estructurados y geoespaciales
4. Secuencias (series de tiempo, texto, etc.)
5. Simuladores

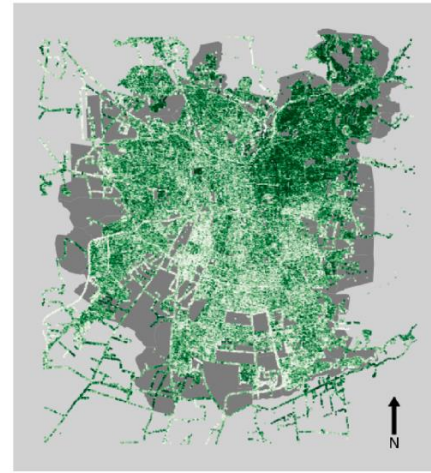
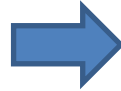
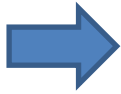


El curso se divide en 65 capítulos, que se agrupan de acuerdo a las distintas técnicas/arquitecturas/algoritmos

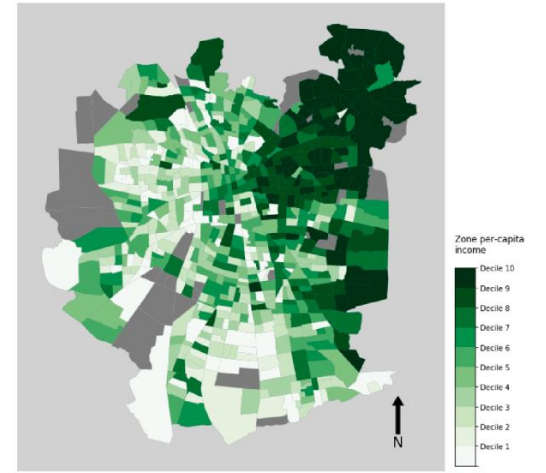
0. Introducción (este no lo cuento como un capítulo en realidad)
1. Redes neuronales “tradicionales”
2. Redes neuronales convolucionales
3. Aprendizaje sobre grafos
4. Redes neuronales recurrentes y mecanismos de atención
5. Aprendizaje reforzado



Algunos ejemplos de temas que veremos

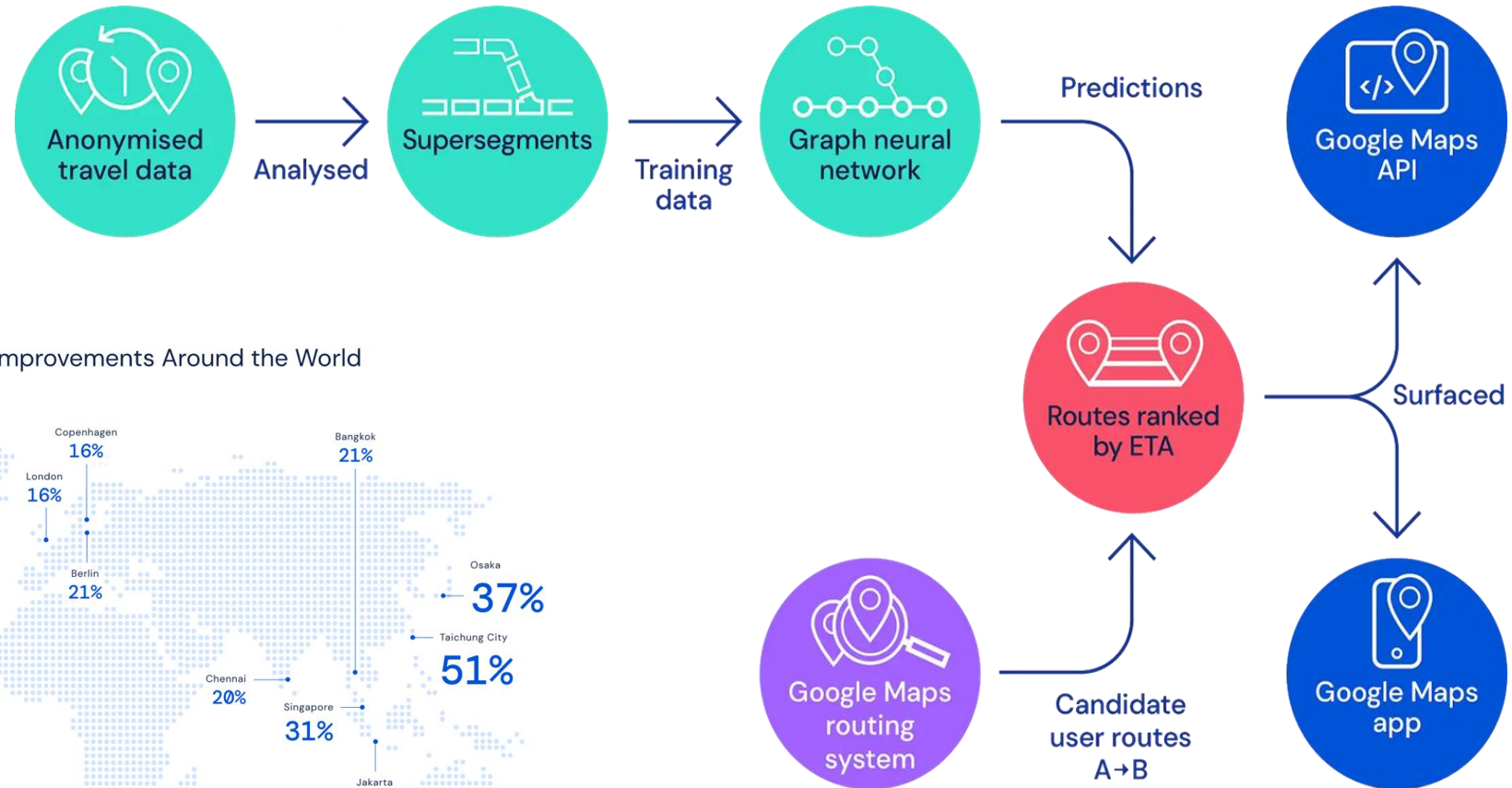


(a) Perception of safety in the city of Santiago according to our model. Source: own elaboration.



(b) Spatial distribution of per-capita income according to the latest travel survey (SECTRA, 2015). Each zone in the map contains an average of 158 images, with a standard deviation of 110.

Algunos ejemplos de temas que veremos



Algunos ejemplos de temas que veremos



A woman is throwing a frisbee in a park.



A dog is standing on a hardwood floor.



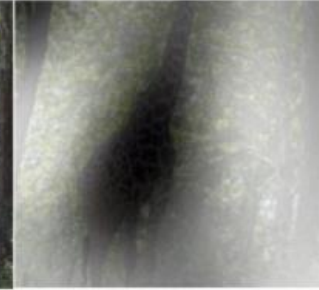
A stop sign is on a road with a mountain in the background.



A little girl sitting on a bed with a teddy bear.

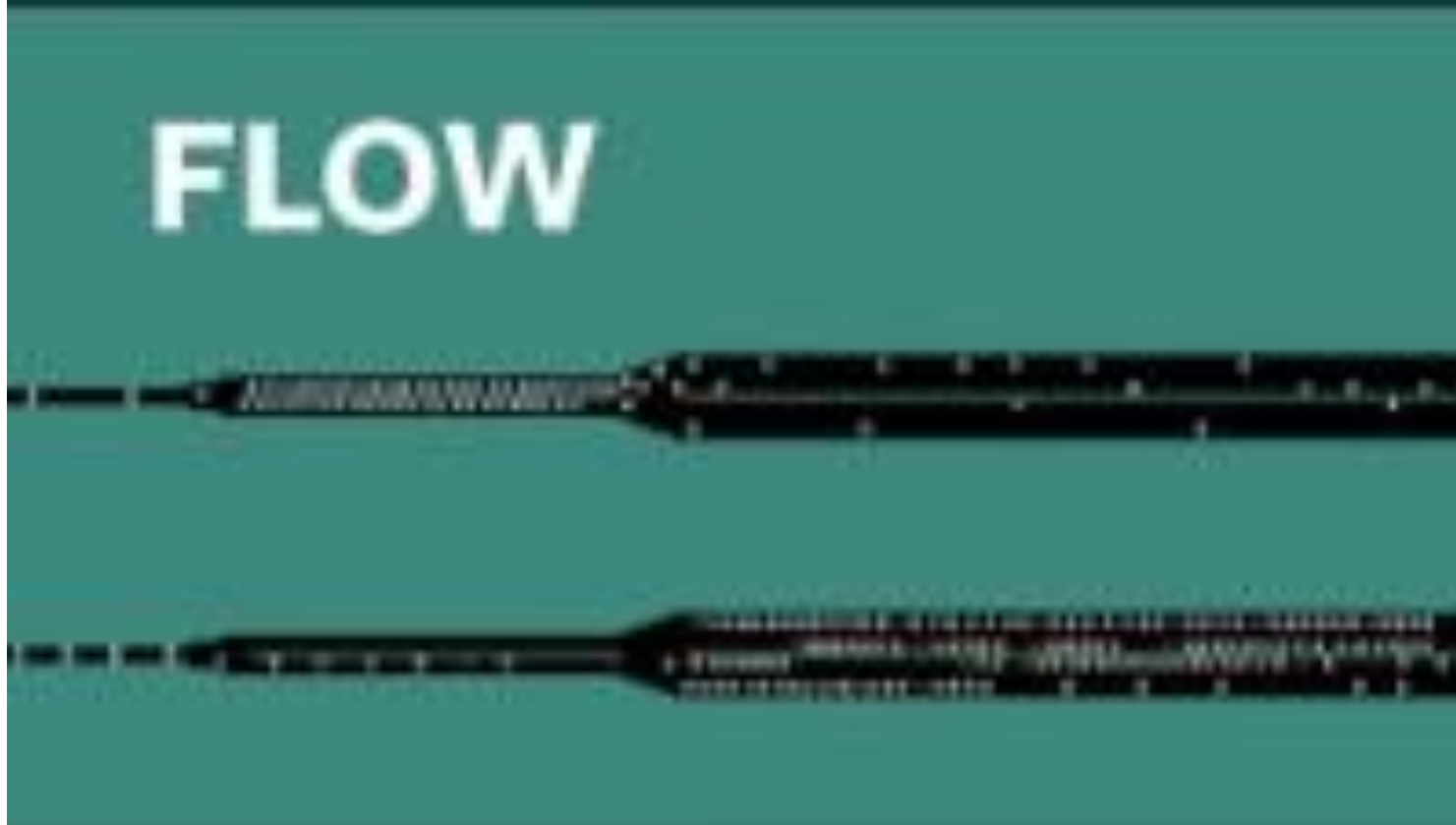


A group of people sitting on a boat in the water.



A giraffe standing in a forest with trees in the background.

Algunos ejemplos de temas que veremos



Para la metodología del curso, “el entrenamiento invisible” es fundamental

- Curso considera como materia las clases expositivas tradicionales y la lectura de *papers* del área (1 o 2 *papers* por semana).
- Además, para cerrar cada capítulo, tendremos una sesión de presentación y discusión de *papers*.
- Diapositivas de clases, *papers*, ejemplo de código y más en el Syllabus: www.github.com/ICT3115/Syllabus.

El código va a ser nuestro aterrizaje a la realidad



Evaluaciones

- 4 tareas prácticas, 20% de la nota final cada una:
 - Algunas tareas estarán centradas en un solo capítulo y otras los combinarán.
 - Última tarea considerará la presentación en una sesión de posters.
 - Individuales o en pareja.
- 1 presentación de paper, 10% de la nota final:
 - Paper elegido por uds. dentro de la lista de los leídos en el capítulo.
- Breve informe semanal sobre *papers* leídos, 10% de la nota final:
 - Cada informe es binario (entrega algo o no entrega nada).
 - 1 o 2 párrafos por paper, indicando aspectos relevantes y dudas.

Algunos aspectos administrativos para cerrar

- Todo está indicado en el programa del curso.
- Comunicaciones oficiales a través del [Syllabus](https://github.com/ICT3115/Syllabus) (github.com/ICT3115/Syllabus) y Canvas (solo avisos y notas).
- Dudas de materia y aspectos administrativos de interés general, idealmente mediante *issues* en el Syllabus, para que todos puedan verlas.
- Temas urgentes o que prefieren sean privados, directamente conmigo o con el ayudante (Felipe Gutiérrez).
- Salvo temas urgentes, solo se contestan issues y correos, o se mandan anuncios, de lunes a viernes de 8am a 6:30pm.

Próximias clases

- Introducción/repaso de ML.
- Datos urbanos
- Refresco de código usando pandas, scikit-learn y otros.

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Ingeniería
Departamento de Ingeniería de Transporte y Logística



Sistemas Urbanos Inteligentes

Introducción

Hans Löbel

Dpto. Ingeniería de Transporte y Logística
Dpto. Ciencia de la Computación