The background features a dark blue, almost black, space filled with dynamic, wavy patterns of light blue and white particles. These particles form a series of interconnected, flowing lines that resemble a digital or scientific visualization of data, possibly representing electromagnetic waves or particle movement. The overall effect is a sense of depth and motion, with the particles appearing to trail behind the main waveforms.

# Localización en interiores basada en la huella de WLAN y ondas geomagnéticas

# Indoor Localization Systems (ILSs)

- ♦ Son esenciales en:
  - Escenarios de *Ambient Assisted Living* (AAL)
  - Aplicaciones robóticas
  - Navegación en grandes superficies como aeropuertos, centros comerciales o campus.

# Indoor Localization Systems (ILSs)

- ♦ En los últimos años se han desarrollado sistemas ILS basadas en tecnologías como:
  - Infrarojos
  - Banda ancha
  - Zigbee
  - Visión por computador...

# Los dispositivos inteligentes como ILS

- Los dispositivos inteligentes están omnipresentes
- Disponen de una gran cantidad de sensores



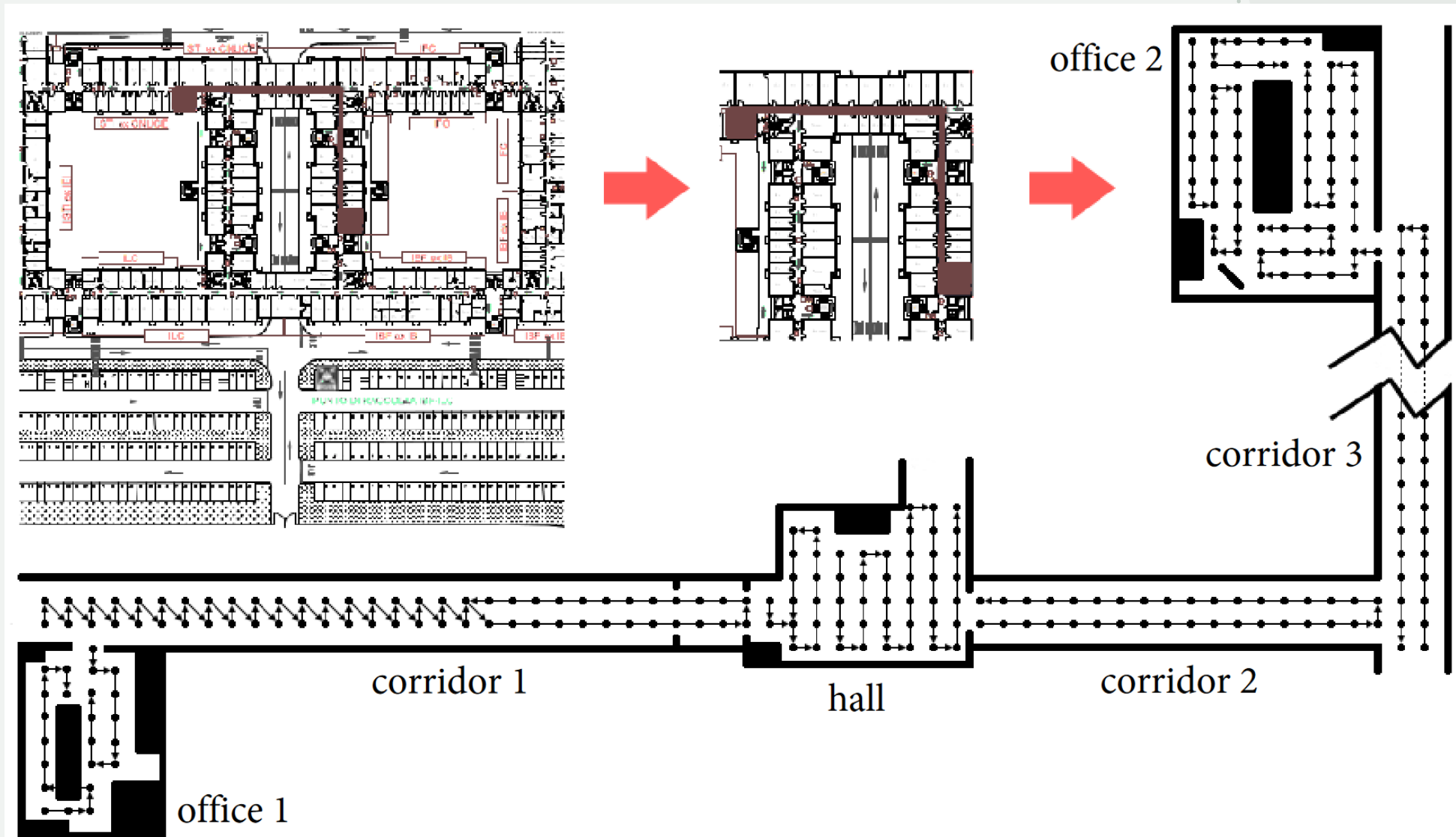
# Objetivo

- ♦ Mediante un dataset disponible en el repositorio de la [Universidad de California en Irvine \(UCI\)](#) y técnicas de machine learning se pretende predecir el posicionamiento en un recinto interior basándose en la huella de WLAN y ondas geomagnéticas

# Los datos

- ♦ Se trata de 36795 muestras continuas recogidas en un entorno interior de 185 m<sup>2</sup> recogidas en dos mediciones
- ♦ Las muestras se han recogido durante 1 hora a una frecuencia de 10 Hz
- ♦ Se han utilizado dos dispositivos móviles, un teléfono y un reloj inteligentes

# El lugar de ensayo

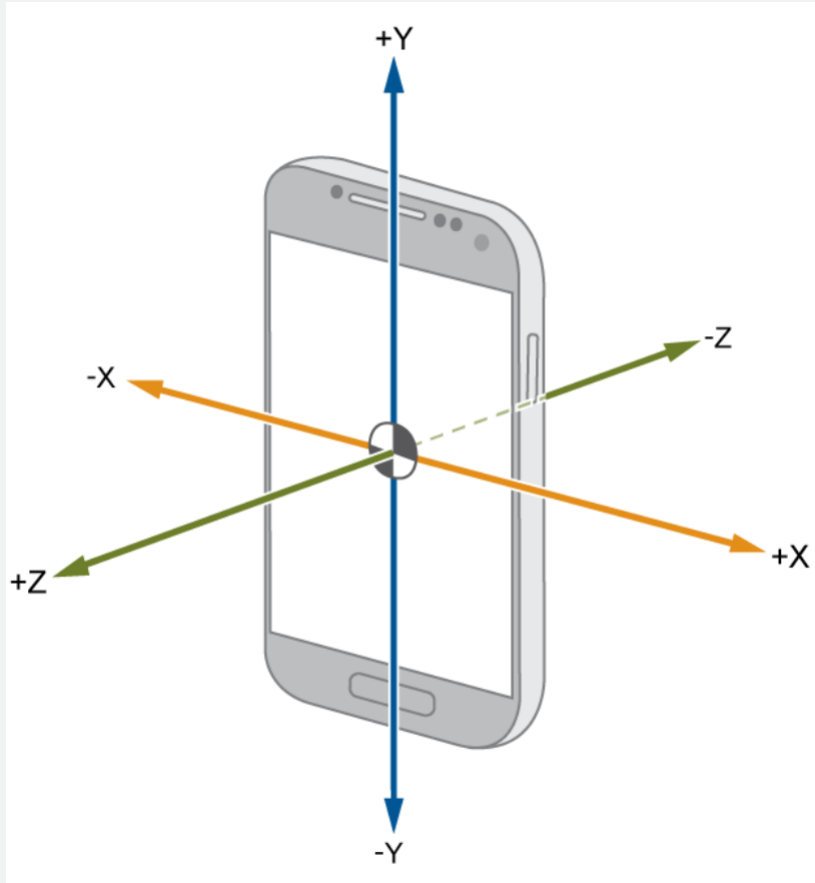


# Los datos del teléfono

- ♦ Dos ficheros:
  - ♦ Los datos de los sensores con 18354 entradas
  - ♦ Los datos de las puntos de acceso WIFI con 324 entradas

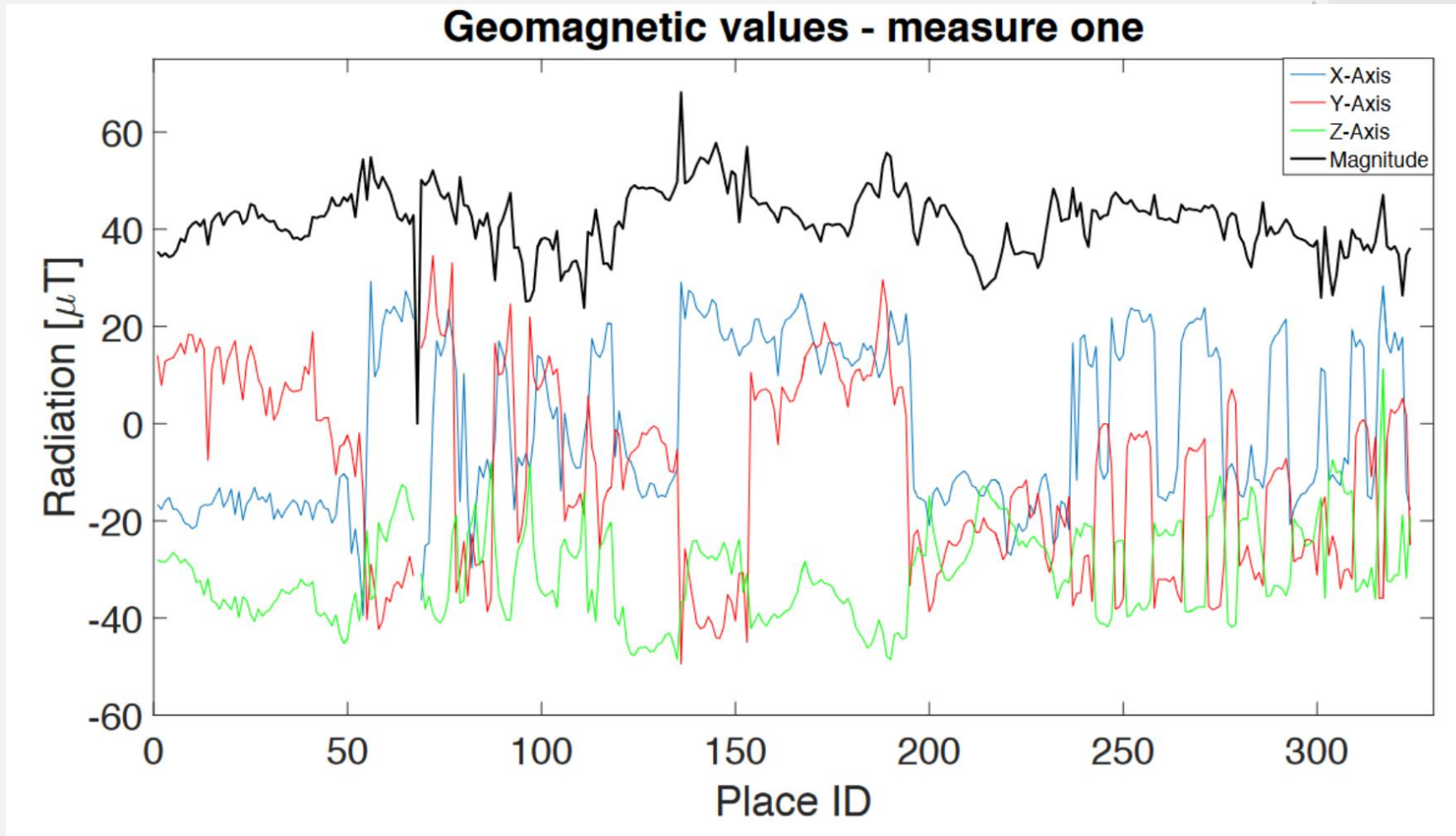


# Los datos del teléfono

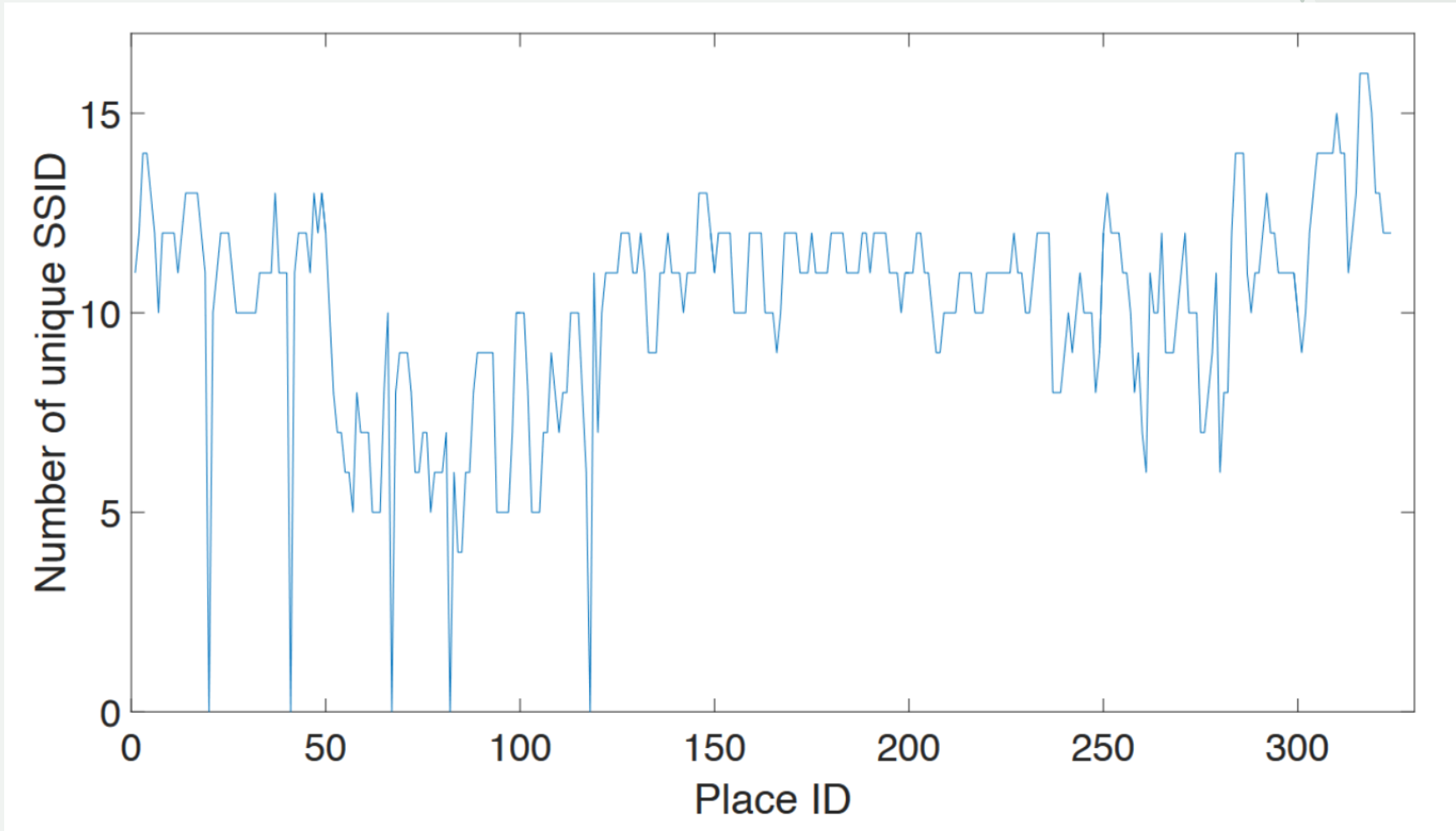


- ♦ Se tienen tres valores de:
  - ♦ Aceleración
  - ♦ Campo magnético
  - ♦ Ángulo (azimut, cabeceo, balanceo)
  - ♦ Giroscopio
- ♦ *Timestamp*

# Campo geomagnético



# Número de SSID únicas por punto

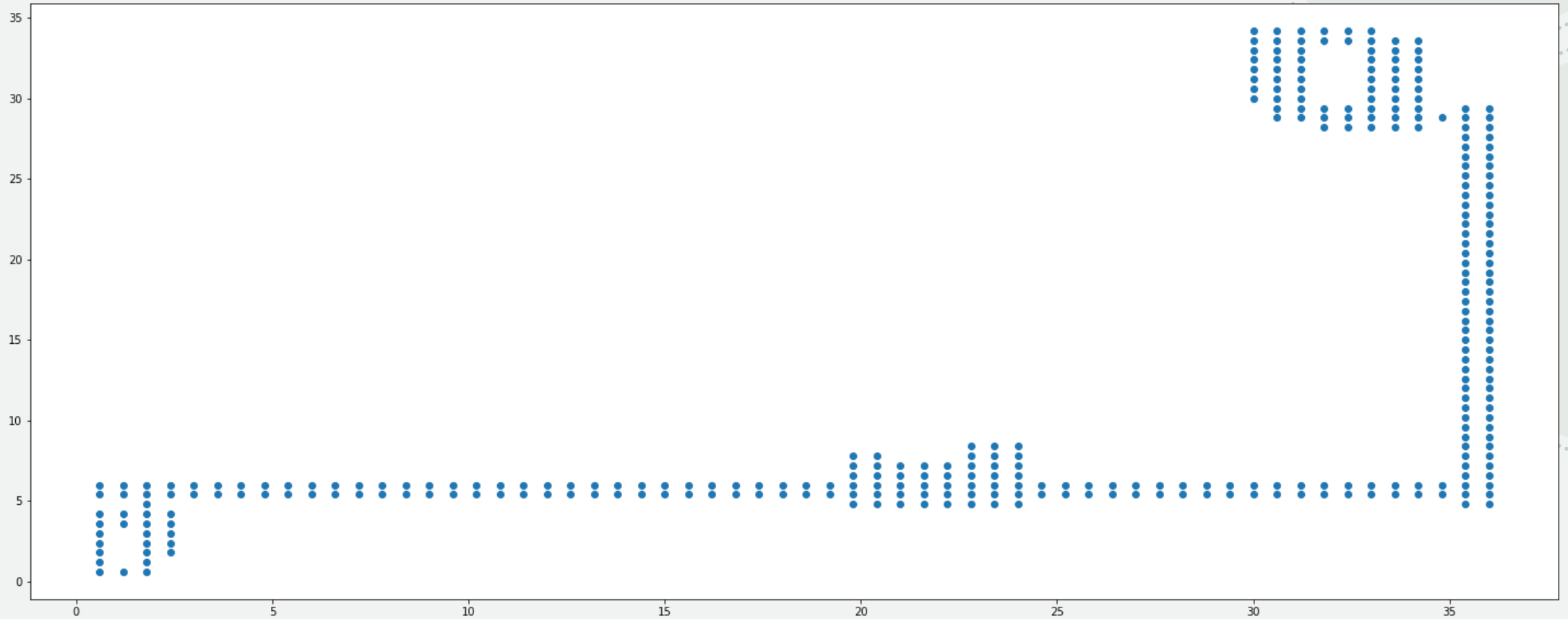


# El resto de archivos

- Cada medida se acompaña con unos intervalos de tiempo en los que se identifica el punto en el que se encuentra el sujeto
- Se adjunto un archivo con las coordenadas  $x$  e  $y$  de cada uno de los puntos



# Los puntos del ensayo



# El tratamiento de los datos

- Fuerza de la señal de los **WLAN** está identificada con los puntos
- Por el contrario los datos de los **sensores** no



# El tratamiento de los datos

- En el archivo de *timestamps* se dispone del instante en el que se llega a cada punto y el instante en el que se parte
- Se hace una unión de este fichero con el de los sensores

# Datos tratados resultantes

- Muestra 1 con un total de 18354 de sensores
- 11455 están localizados en algún punto
- Las **características elegidas** son la señal de cada una de las **SSID** y los valores **geomagnéticos** del teléfono.
- El resultado son **5070** registros únicos



# Entrenamiento de modelos de machine learning

- 2 variables de salida a predecir, modelo de regresión con salidas múltiples
- No todos los algoritmos de regresión soportan la regresión de salida múltiple de forma inherente
- Utilización de MultiOutputRegressor para estos modelos

# Modelos

- Se entrenan 12 modelos de machine learning
- 6 ensambles
- 1 red neuronal de 3 capas



# Resultados

Modelo	MSE
<b>Extra Tree</b>	<b>-0,00985</b>
<b>Decision Tree</b>	<b>-0,03843</b>
<b>KNeighbors</b>	<b>-0,03987</b>
Random Forest	-0,04754
CatBoost	-0,07247
XGB wrapped	-0,08080
LGBM wrapped	-0,09455
NN	-0,44071
Gradient Boosting wrap.	-1,32836
Ridge	-5,73119
Linear Regression	-5,74162
LASSO	-16,10310

# Conclusiones

- Modelo *k-nearest neighbor* con unos resultados muy buenos
- Error cuadrático medio cercano al 0
- Pocos datos de entrenamiento



# Referencias

- ♦ [P. Barsocchi, A. Crivello, D. La Rosa and F. Palumbo, "A multisource and multivariate dataset for indoor localization methods based on WLAN and geo-magnetic field fingerprinting," 2016 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation \(IPIN\), 2016, pp. 1-8, doi: 10.1109/IPIN.2016.7743678.](#)
- ♦ [How to Develop Multi-Output Regression Models with Python](#)

Gracias por vuestra atención

