

# Progreso Tesis

Álvaro López Chilet

Septiembre 2022

## 1. Introducción

En el inicio del doctorado fué planteado el proyecto de diagnóstico de los fallos eléctricos mediante los *Diagnostic Trouble Code* (DTC). Pero desde entonces han surgido proyectos adicionales para incorporar a la tesis. Por lo que actualmente se dispone de tres proyectos:

- Fallos Eléctricos: Identificación del origen de los fallos en *End Of Line* (EOL) a partir de los DTCs mediante técnicas de *Machine Learning* (ML).
- Sinapsis: Aplicación para la visualización de las dependencias entre los módulos de los vehículos mediante grafos.
- Test Track: Detección automática de ruidos durante la prueba de conducción final mediante técnicas de ML.

A continuación se describen brevemente estos proyectos y el progreso realizado en cada uno de ellos.

## 2. Fallos Eléctricos

El objetivo de este proyecto es ayudar a los reparadores a detectar rápidamente el origen de un fallo eléctrico generado por algún conector desconectado o dañado. Para ello se pretende utilizar los DTCs generados durante los tests de EOL y datos adicionales de la configuración del vehículo (motor, transmisión...). Con estos datos y empleando modelos de ML, el objetivo es dar una lista al reparador con los conectores que pueden estar causando el problema. Esta lista de conectores estaría ordenada por probabilidad.

Actualmente se ha alcanzado la meta de entrenar los primeros modelos que tomar como *baseline*. Para ello se ha realizado un estudio del proceso de EOL y los sistemas involucrados para generar los datos que necesitamos. Se han obtenido los permisos para acceder a estos datos y se ha implementado un *pipeline* automática para extraer y procesar los datos para entrenar los modelos. El dataset final generado contiene 3151 coches en el conjunto de entrenamiento y 788 en el de test. Para seleccionar las muestras y etiquetas (conectores) solo se han tenido en cuenta aquellos conectores con al menos 10 casos de fallo, dando lugar a 163 posibles conectores a predecir.

El modelo empleado actualmente como *baseline* es el XGBoost, basado en *Gradient Boosted Decision Trees* (GBDT). Los resultados obtenidos en el conjunto de test con esta primera aproximación se muestran en la tabla 1.

Cuadro 1: Resultados del test con 788 casos y prediciendo sobre 163 posibles etiquetas. La columna "Top k" representa en número de elementos tomados de la lista de posibles conectores para comprobar la predicción.

Top k	Precisión
1	53.0%
2	68.1%
3	76.3%
4	80.3%
5	82.2%

Los resultados obtenidos son satisfactorios, ya que nos indican que si que hay capacidad de discriminar entre los conectores, y con una precisión alta. Ya que teniendo en cuenta la poca cantidad de datos para el gran número de etiquetas, y que se trata de una *baseline* con poca complejidad y margen de mejora, la precisión obtenida ya es sustancial.

### 3. Sinapsis

*Sinapsis* es como hemos denominado a esta aplicación para poder visualizar las dependencias y comunicaciones entre los módulos de los vehículos. El objetivo de la herramienta es emplear una visualización mediante un grafo interactivo para poder explorar de manera intuitiva y rápida la información. En la figura 1 se muestra un ejemplo de visualización e interacción.

Actualmente se encuentra en pleno desarrollo. Se ha conseguido extraer las conexiones entre los módulos a partir de las comunicaciones CAN. Además, se está trabajando en añadir los conectores correspondientes a cada conexión entre módulos, para así poder asistir a ingenieros y reparadores a encontrar los conectores que necesitan comprobar.

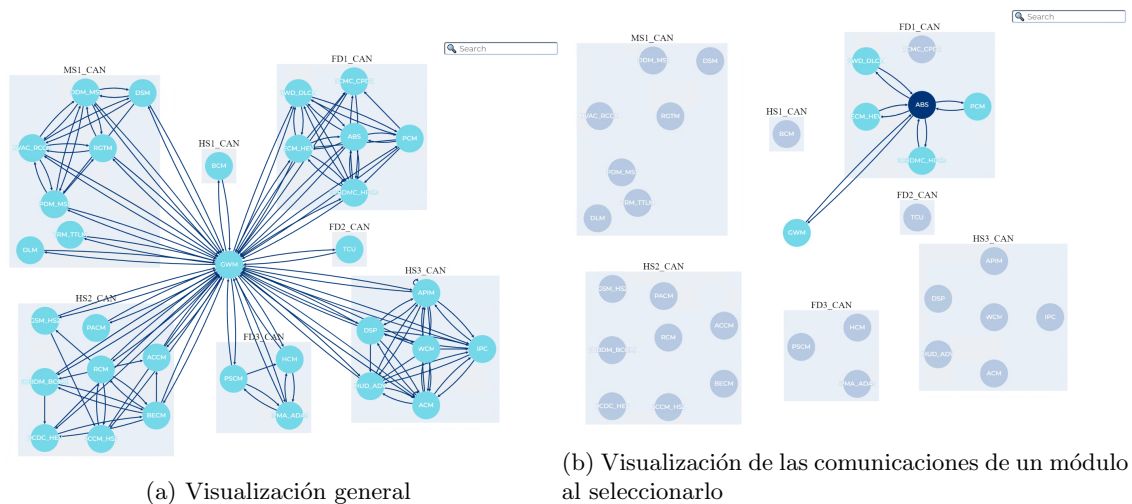


Figura 1: Ejemplos de visualización de la aplicación *Sinapsis*. Se muestran los módulos del vehículo y cómo están relacionados a nivel de mensajes CAN.

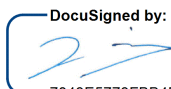
### 4. Test Track

Este es el último de los proyectos y en el que se ha empezado a trabajar en el recientemente. El objetivo es realizar una prueba de concepto para identificar de manera automática los ruidos indeseados durante la prueba de la pista de ruidos. Para ello se va a diseñar e implementar todo el sistema para recoger datos, entrenar los modelos de ML, y una vez validados estos modelos, probar su despliegue en producción.

Para el desarrollo de este proyecto se ha contratado a la empresa *Nespra Digital Solutions*, con la que se va a trabajar en conjunto. También se cuenta con el apoyo de otro proyecto dentro de Ford con la universidad de KU Leuven, el cual también tiene como objetivo la detección de ruidos.

Actualmente el proyecto se encuentra en una fase inicial en la que estamos diseñando como vamos a montar el sistema de recolección de datos: dispositivo de grabación, anclaje en el vehículo, como etiquetar los audios, etc.

Vº. Bº.

DocuSigned by:  
  
 7843E5773FBB4D1...  
 oct.-04-2022

Vº. Bº.

DocuSigned by:  
  
 2E521044BB8A429...  
 oct.-04-2022

**Certificado de finalización**

Identificador del sobre: E8334B84DD6A4B3782A7F116613B42E8

Estado: Completado

Asunto: Actuaciones 2022 Convenio FDI - PRHLT

Sobre de origen:

Páginas del documento: 2

Firmas: 2

Autor del sobre:

Páginas del certificado: 5

Iniciales: 0

Jorge Risueño Martí

Firma guiada: Activado

1 American Rd

Sello del identificador del sobre: Activado

Dearborn, MI 48126-2701

Zona horaria: (UTC-05:00) Hora del este (Estados Unidos y Canadá)

jrisueno@ford.com

Dirección IP: 19.12.18.98

**Seguimiento de registro**

Estado: Original

Titular: Jorge Risueño Martí

Ubicación: DocuSign

04/10/2022 10:26:24

jrisueno@ford.com

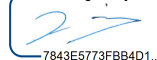
Estado del dispositivo de seguridad: Conectado

Conjunto: Ford Security Pool-Active

**Eventos de firmante****Firma****Fecha y hora**

Enrique Roig Pérez

DocuSigned by:



Enviado: 04/10/2022 10:35:12

eroig@ford.com

Visto: 04/10/2022 11:02:34

Training, Security &amp; Fire Manager

Ford Motor

Nivel de seguridad: Correo electrónico,

Adopción de firma: Imagen de firma cargada

Autenticación de cuenta (ninguna)

Utilizando dirección IP: 19.12.18.98

Firmado: 04/10/2022 11:02:47

**Información sobre confidencialidad de registros y firmas electrónicas:**

No ofrecido a través de DocuSign

Juan Francisco Blanes Noguera

DocuSigned by:



Enviado: 04/10/2022 10:35:13

pblanes@ai2.upv.es

Visto: 04/10/2022 11:44:42

Nivel de seguridad: Correo electrónico,

Adopción de firma: Estilo preseleccionado

Autenticación de cuenta (ninguna)

Utilizando dirección IP: 88.18.11.118

Firmado: 04/10/2022 11:45:32

**Información sobre confidencialidad de registros y firmas electrónicas:**

Aceptado: 04/10/2022 11:44:42

ID: 0a347dcb-cf91-4a68-8f94-823409870cda

**Eventos de firmante en persona****Firma****Fecha y hora****Eventos de entrega al editor****Estado****Fecha y hora****Eventos de entrega al agente****Estado****Fecha y hora****Eventos de entrega al intermediario****Estado****Fecha y hora****Eventos de entrega certificada****Estado****Fecha y hora****Eventos de copia de carbón****Estado****Fecha y hora**

Jorge Risueño Martí

**Copiado**

Enviado: 04/10/2022 10:35:14

jrisueno@ford.com

Reenviado: 04/10/2022 11:45:48

...

Visto: 04/10/2022 11:48:10

Ford Motor Company

Nivel de seguridad: Correo electrónico,

Autenticación de cuenta (ninguna)

**Información sobre confidencialidad de registros y firmas electrónicas:**

<b>Eventos de copia de carbón</b>	<b>Estado</b>	<b>Fecha y hora</b>
-----------------------------------	---------------	---------------------

No ofrecido a través de DocuSign

<b>Eventos del testigo</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha y hora</b>
----------------------------	--------------	---------------------

<b>Eventos de notario</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha y hora</b>
---------------------------	--------------	---------------------

<b>Eventos de resumen de sobre</b>	<b>Estado</b>	<b>Marcas de tiempo</b>
------------------------------------	---------------	-------------------------

Sobre enviado	Con hash/cifrado	04/10/2022 10:35:14
Certificado entregado	Seguridad comprobada	04/10/2022 11:44:42
Firma completada	Seguridad comprobada	04/10/2022 11:45:32
Completado	Seguridad comprobada	04/10/2022 11:45:32

<b>Eventos del pago</b>	<b>Estado</b>	<b>Marcas de tiempo</b>
-------------------------	---------------	-------------------------

<b>Información sobre confidencialidad de registros y firmas electrónicos</b>
--

## **ELECTRONIC RECORD AND SIGNATURE DISCLOSURE**

From time to time, Ford Motor Company (we, us or Company) may be required by law to provide to you certain written notices or disclosures. Described below are the terms and conditions for providing to you such notices and disclosures electronically through your DocuSign, Inc. (DocuSign) Express user account. Please read the information below carefully and thoroughly, and if you can access this information electronically to your satisfaction and agree to these terms and conditions, please confirm your agreement by clicking the 'I agree' button at the bottom of this document.

### **Getting paper copies**

At any time, you may request from us a paper copy of any record provided or made available electronically to you by us. For such copies, as long as you are an authorized user of the DocuSign system you will have the ability to download and print any documents we send to you through your DocuSign user account for a limited period of time (usually 30 days) after such documents are first sent to you. After such time, if you wish for us to send you paper copies of any such documents from our office to you, you will be charged a \$0.00 per-page fee. You may request delivery of such paper copies from us by following the procedure described below.

### **Withdrawing your consent**

If you decide to receive notices and disclosures from us electronically, you may at any time change your mind and tell us that thereafter you want to receive required notices and disclosures only in paper format. How you must inform us of your decision to receive future notices and disclosure in paper format and withdraw your consent to receive notices and disclosures electronically is described below.

### **Consequences of changing your mind**

If you elect to receive required notices and disclosures only in paper format, it will slow the speed at which we can complete certain steps in transactions with you and delivering services to you because we will need first to send the required notices or disclosures to you in paper format, and then wait until we receive back from you your acknowledgment of your receipt of such paper notices or disclosures. To indicate to us that you are changing your mind, you must withdraw your consent using the DocuSign 'Withdraw Consent' form on the signing page of your DocuSign account. This will indicate to us that you have withdrawn your consent to receive required notices and disclosures electronically from us and you will no longer be able to use your DocuSign Express user account to receive required notices and consents electronically from us or to sign electronically documents from us.

### **All notices and disclosures will be sent to you electronically**

Unless you tell us otherwise in accordance with the procedures described herein, we will provide electronically to you through your DocuSign user account all required notices, disclosures, authorizations, acknowledgements, and other documents that are required to be provided or made available to you during the course of our relationship with you. To reduce the chance of you inadvertently not receiving any notice or disclosure, we prefer to provide all of the required notices and disclosures to you by the same method and to the same address that you have given us. Thus, you can receive all the disclosures and notices electronically or in paper format through the paper mail delivery system. If you do not agree with this process, please let us know as described below. Please also see the paragraph immediately above that describes the consequences of your electing not to receive delivery of the notices and disclosures electronically from us.

### **How to contact Ford Motor Company:**

You may contact us to let us know of your changes as to how we may contact you electronically, to request paper copies of certain information from us, and to withdraw your prior consent to receive notices and disclosures electronically as follows:

To contact us by email send messages to: pstogier@ford.com

**To advise Ford Motor Company of your new e-mail address**

To let us know of a change in your e-mail address where we should send notices and disclosures electronically to you, you must send an email message to us at pstogier@ford.com and in the body of such request you must state: your previous e-mail address, your new e-mail address. We do not require any other information from you to change your email address..

In addition, you must notify DocuSign, Inc to arrange for your new email address to be reflected in your DocuSign account by following the process for changing e-mail in DocuSign.

**To request paper copies from Ford Motor Company**

To request delivery from us of paper copies of the notices and disclosures previously provided by us to you electronically, you must send us an e-mail to pstogier@ford.com and in the body of such request you must state your e-mail address, full name, US Postal address, and telephone number. We will bill you for any fees at that time, if any.

**To withdraw your consent with Ford Motor Company**

To inform us that you no longer want to receive future notices and disclosures in electronic format you may:

- i. decline to sign a document from within your DocuSign account, and on the subsequent page, select the check-box indicating you wish to withdraw your consent, or you may;
- ii. send us an e-mail to pstogier@ford.com and in the body of such request you must state your e-mail, full name, IS Postal Address, telephone number, and account number. We do not need any other information from you to withdraw consent.. The consequences of your withdrawing consent for online documents will be that transactions may take a longer time to process..

**Required hardware and software**

Operating Systems:	Windows2000? or WindowsXP?
Browsers (for SENDERS):	Internet Explorer 6.0? or above
Browsers (for SIGNERS):	Internet Explorer 6.0?, Mozilla FireFox 1.0, NetScape 7.2 (or above)
Email:	Access to a valid email account
Screen Resolution:	800 x 600 minimum
Enabled Security Settings:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Allow per session cookies</li></ul>

- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Users accessing the internet behind a Proxy Server must enable HTTP 1.1 settings via proxy connection</li></ul> |
|--|---|

\*\* These minimum requirements are subject to change. If these requirements change, we will provide you with an email message at the email address we have on file for you at that time providing you with the revised hardware and software requirements, at which time you will have the right to withdraw your consent.

**Acknowledging your access and consent to receive materials electronically**

To confirm to us that you can access this information electronically, which will be similar to other electronic notices and disclosures that we will provide to you, please verify that you were able to read this electronic disclosure and that you also were able to print on paper or electronically save this page for your future reference and access or that you were able to e-mail this disclosure and consent to an address where you will be able to print on paper or save it for your future reference and access. Further, if you consent to receiving notices and disclosures exclusively in electronic format on the terms and conditions described above, please let us know by clicking the 'I agree' button below.

By checking the 'I Agree' box, I confirm that:

- I can access and read this Electronic CONSENT TO ELECTRONIC RECEIPT OF ELECTRONIC RECORD AND SIGNATURE DISCLOSURES document; and
- I can print on paper the disclosure or save or send the disclosure to a place where I can print it, for future reference and access; and
- Until or unless I notify Ford Motor Company as described above, I consent to receive from exclusively through electronic means all notices, disclosures, authorizations, acknowledgements, and other documents that are required to be provided or made available to me by Ford Motor Company during the course of my relationship with you.