

# Machine Learning and Data Mining project: Leaf identification

Michele Scomina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> problem statement, solution design, solution development, data gathering, writing

Course of AA 2023-2024 - DIA - Ingegneria Elettronica e Informatica (IN20)

## 1 Problem statement

### 1.1 Goal of the project

The goal of this project consists in identifying the type of leaf based on a set of provided attributes. The given solution must be able to classify the leaves in one of 40 categories of leaves.

### 1.2 Formal definitions

the problem can be formally defined as follows:

- $X$  is the set of all possible leaves. Every element  $x \in X$  is a leaf defined by a vector of 14 attributes.
- $Y$  is the set of all possible categories of leaves. Every element  $y \in Y$  is a category of leaves, defined as an integer value  $\in [1, 40]$ .
- Let  $f : X \rightarrow Y$  be the function that assigns to each leaf its category.
- Let  $D = \{(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)\}$  be the training set, where  $x_i \in X$  and  $y_i \in Y$ .
- The goal is to find a function  $h : X \rightarrow Y$  that approximates  $f$ .

## 2 Assessment and performance indexes

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec euismod nibh vitae elit dignissim, a maximus justo mattis. Cras elementum dolor at volutpat

lacinia. Duis a magna tempus, lobortis arcu eget, blandit augue. Nulla facilisi. Sed nibh lorem, tempus eget pellentesque vel, sagittis id quam.

$$E = mc^2 \tag{1}$$

Mauris interdum faucibus vulputate. Nunc a ex tincidunt, scelerisque turpis a, dictum metus. Nunc nec dui dui. Ut mollis massa ligula, at pretium nibh tristique at. Mauris suscipit fermentum congue. Vivamus in auctor nibh. Vestibulum magna nisl, blandit luctus eleifend vitae, pharetra et ipsum. Duis faucibus vulputate mauris, eu viverra elit mattis vel.

### 3 Proposed solution

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec euismod nibh vitae elit dignissim, a maximus justo mattis. Cras elementum dolor at volutpat lacinia. Duis a magna tempus, lobortis arcu eget, blandit augue. Nulla facilisi. Sed nibh lorem, tempus eget pellentesque vel, sagittis id quam. Mauris interdum faucibus vulputate. Nunc a ex tincidunt, scelerisque turpis a, dictum metus. Nunc nec dui dui. Ut mollis massa ligula, at pretium nibh tristique at. Mauris suscipit fermentum congue. Vivamus in auctor nibh. Vestibulum magna nisl, blandit luctus eleifend vitae, pharetra et ipsum. Duis faucibus vulputate mauris, eu viverra elit mattis vel.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec euismod nibh vitae elit dignissim, a maximus justo mattis. Cras elementum dolor at volutpat lacinia. Duis a magna tempus, lobortis arcu eget, blandit augue. Nulla facilisi. Sed nibh lorem, tempus eget pellentesque vel, sagittis id quam. Mauris interdum faucibus vulputate. Nunc a ex tincidunt, scelerisque turpis a, dictum metus. Nunc nec dui dui. Ut mollis massa ligula, at pretium nibh tristique at. Mauris suscipit fermentum congue. Vivamus in auctor nibh. Vestibulum magna nisl, blandit luctus eleifend vitae, pharetra et ipsum. Duis faucibus vulputate mauris, eu viverra elit mattis vel.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec euismod nibh vitae elit dignissim, a maximus justo mattis. Cras elementum dolor at volutpat lacinia. Duis a magna tempus, lobortis arcu eget, blandit augue. Nulla facilisi. Sed nibh lorem, tempus eget pellentesque vel, sagittis id quam. Mauris interdum faucibus vulputate. Nunc a ex tincidunt, scelerisque turpis a, dictum metus. Nunc nec dui dui. Ut mollis massa ligula, at pretium nibh tristique at. Mauris suscipit fermentum congue. Vivamus in auctor nibh. Vestibulum magna nisl, blandit luctus eleifend vitae, pharetra et ipsum. Duis faucibus vulputate mauris, eu viverra elit mattis vel.

## 4 Experimental evaluation

### 4.1 Data

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec euismod nibh vitae elit dignissim, a maximus justo mattis. Cras elementum dolor at volutpat lacinia. Duis a magna tempus, lobortis arcu eget, blandit augue. Nulla facilisi. Sed nibh lorem, tempus eget pellentesque vel, sagittis id quam. Mauris interdum faucibus vulputate. Nunc a ex tincidunt, scelerisque turpis a, dictum metus. Nunc nec dui dui. Ut mollis massa ligula, at pretium nibh tristique at. Mauris suscipit fermentum congue. Vivamus in auctor nibh. Vestibulum magna nisl, blandit luctus eleifend vitae, pharetra et ipsum. Duis faucibus vulputate mauris, eu viverra elit mattis vel.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec euismod nibh vitae elit dignissim, a maximus justo mattis. Cras elementum dolor at volutpat lacinia. Duis a magna tempus, lobortis arcu eget, blandit augue. Nulla facilisi. Sed nibh lorem, tempus eget pellentesque vel, sagittis id quam. Mauris interdum faucibus vulputate. Nunc a ex tincidunt, scelerisque turpis a, dictum metus. Nunc nec dui dui. Ut mollis massa ligula, at pretium nibh tristique at. Mauris suscipit fermentum congue. Vivamus in auctor nibh. Vestibulum magna nisl, blandit luctus eleifend vitae, pharetra et ipsum. Duis faucibus vulputate mauris, eu viverra elit mattis vel.

### 4.2 Procedure

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec euismod nibh vitae elit dignissim, a maximus justo mattis. Cras elementum dolor at volutpat lacinia. Duis a magna tempus, lobortis arcu eget, blandit augue. Nulla facilisi. Sed nibh lorem, tempus eget pellentesque vel, sagittis id quam. Mauris interdum faucibus vulputate. Nunc a ex tincidunt, scelerisque turpis a, dictum metus. Nunc nec dui dui. Ut mollis massa ligula, at pretium nibh tristique at. Mauris suscipit fermentum congue. Vivamus in auctor nibh. Vestibulum magna nisl, blandit luctus eleifend vitae, pharetra et ipsum. Duis faucibus vulputate mauris, eu viverra elit mattis vel.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec euismod nibh vitae elit dignissim, a maximus justo mattis. Cras elementum dolor at volutpat lacinia. Duis a magna tempus, lobortis arcu eget, blandit augue. Nulla facilisi. Sed nibh lorem, tempus eget pellentesque vel, sagittis id quam. Mauris interdum faucibus vulputate. Nunc a ex tincidunt, scelerisque turpis a, dictum metus. Nunc nec dui dui. Ut mollis massa ligula, at pretium nibh tristique at. Mauris suscipit fermentum congue. Vivamus in auctor nibh. Vestibulum magna nisl, blandit luctus eleifend vitae, pharetra et ipsum. Duis faucibus vulputate mauris, eu viverra elit mattis vel.

$n_{\text{this}}$	$n_{\text{that}}$	LF	TF	#I	#S [ $\times 10^6$ ]	$t_l$ [s]
50	10	0.37	0.45	552	0.59	52
	25	0.43	0.44	3076	0.56	245
	50	0.45	0.43	637	0.64	715
100	10	0.34	0.50	1138	2.76	110
	25	0.40	0.48	1224	0.94	326
	50	0.38	0.49	443	0.44	1056

Table 1: Results (including learning time  $t_l$ ) for different values of  $n_{\text{this}}$  and  $n_{\text{that}}$ .

### 4.3 Results and discussion

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec euismod nibh vitae elit dignissim, a maximus justo mattis. Cras elementum dolor at volutpat lacinia. Duis a magna tempus, lobortis arcu eget, blandit augue. Nulla facilisi. Sed nibh lorem, tempus eget pellentesque vel, sagittis id quam. Mauris interdum faucibus vulputate. Nunc a ex tincidunt, scelerisque turpis a, dictum metus. Nunc nec dui dui. Ut mollis massa ligula, at pretium nibh tristique at. Mauris suscipit fermentum congue. Vivamus in auctor nibh. Vestibulum magna nisl, blandit luctus eleifend vitae, pharetra et ipsum. Duis faucibus vulputate mauris, eu viverra elit mattis vel.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec euismod nibh vitae elit dignissim, a maximus justo mattis. Cras elementum dolor at volutpat lacinia. Duis a magna tempus, lobortis arcu eget, blandit augue. Nulla facilisi. Sed nibh lorem, tempus eget pellentesque vel, sagittis id quam. Mauris interdum faucibus vulputate. Nunc a ex tincidunt, scelerisque turpis a, dictum metus. Nunc nec dui dui. Ut mollis massa ligula, at pretium nibh tristique at. Mauris suscipit fermentum congue. Vivamus in auctor nibh. Vestibulum magna nisl, blandit luctus eleifend vitae, pharetra et ipsum. Duis faucibus vulputate mauris, eu viverra elit mattis vel.