Τεχνητή Νοημοσύνη και Μηχανική Μάθηση

Κωνσταντίνος Καραμανής

The University of Texas at Austin & Archimedes/Athena RC

constantine@utexas.edu

https://caramanis.github.io/

Ας θυμηθούμε τα προηγούμενα…

Πρόβλεψη Διαβήτη

Ο Διαβήτης είναι η 8η κυριότερη αιτία θανάτου στις ΗΠΑ. Ένα από τα βασικότερα προβλήματα είναι η σωστή διάγνωση, όσο και η πρόβλεψη, και η πρόληψη.

	Pregnancies	Glucose	BloodPressure	SkinThickness	Insulin	BMI	DiabetesPedigreeFunction	Age	Outcome
0	6	148	72	35	0	33.6	0.627	50	1
1	1	85	66	29	0	26.6	0.351	31	0
2	8	183	64	0	0	23.3	0.672	32	1
3	1	89	66	23	94	28.1	0.167	21	0
4	0	137	40	35	168	43.1	2.288	33	1

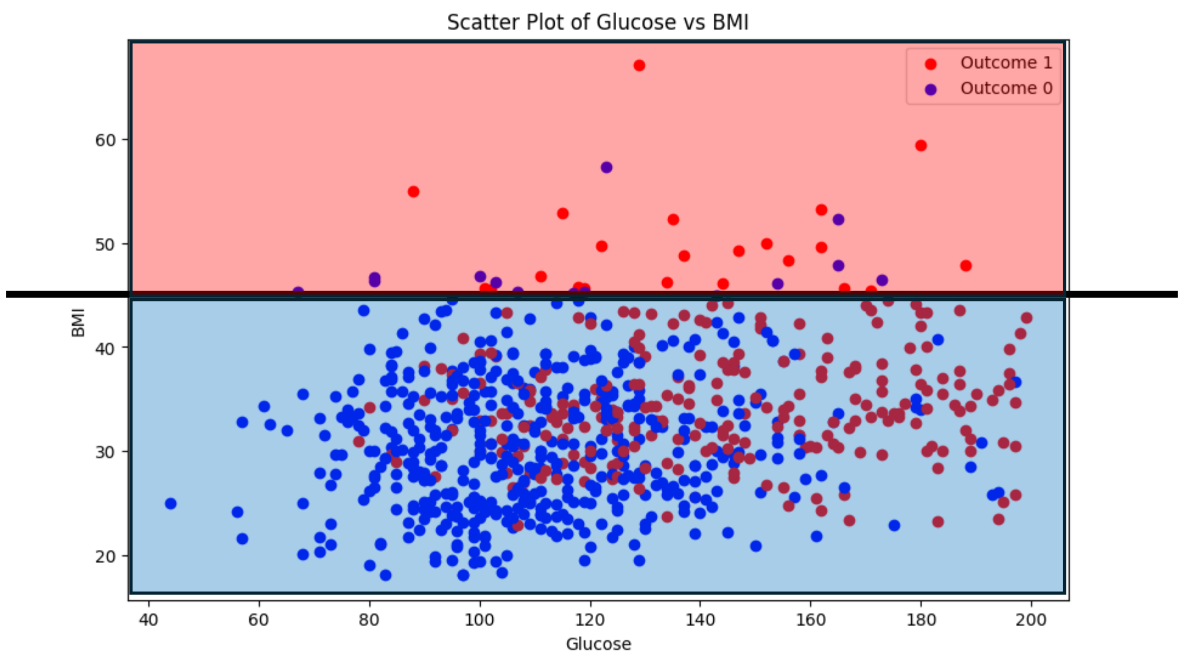
Πρόβλεψη Διαβήτη

Ο Διαβήτης είναι η 8η κυριότερη αιτία θανάτου στις ΗΠΑ. Ένα από τα βασικότερα προβλήματα είναι η σωστή διάγνωση, όσο και η πρόβλεψη, και η πρόληψη.

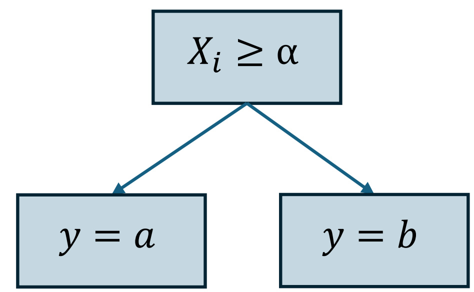
	Pregnancies	Glucose	BloodPressure	SkinThickness	Insulin	BMI	DiabetesPedigreeFunction	Age	Outcome
0	6	148	72	35	0	33.6	0.627	50	1
1	1	85	66	29	0	26.6	0.351	31	0
2	8	183	64	0	0	23.3	0.672	32	1
3	1	89	66	23	94	28.1	0.167	21	0
4	0	137	40	35	168	43.1	2.288	33	1

X_1 X_2 y

Πρώτος Αλγόριθμος: Δέντρο Απόφασης



Δέντρο απόφασης με βάθος = 1



Έχουμε 4 παραμέτρους:

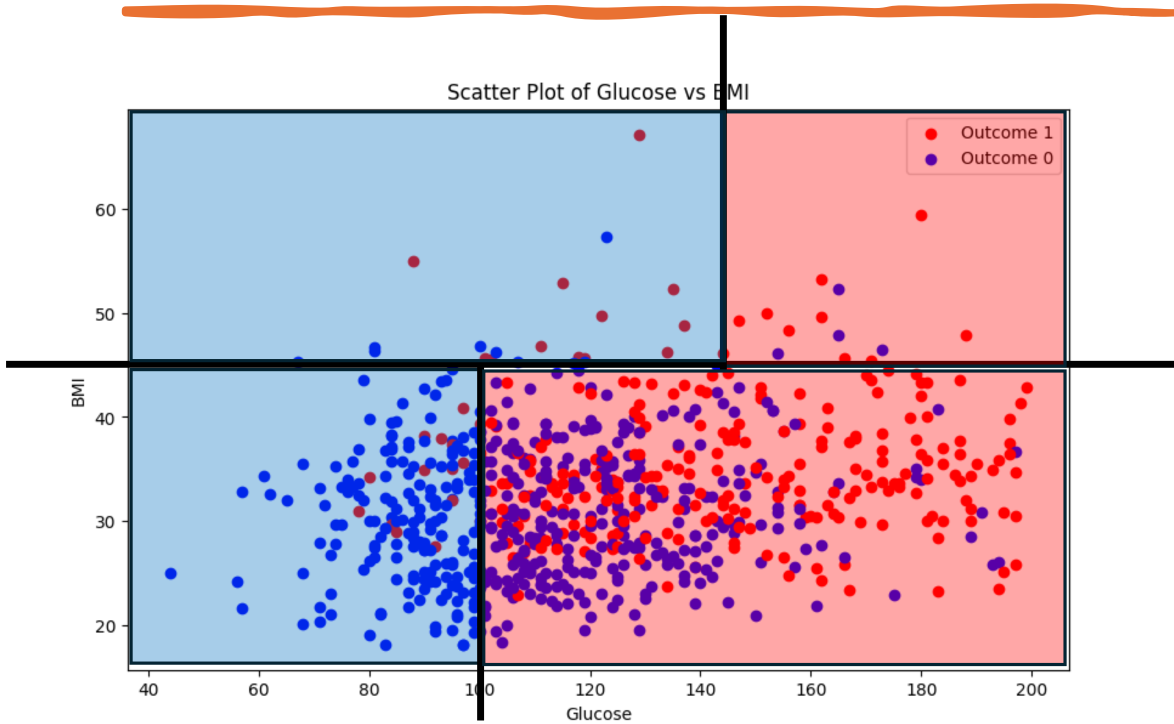
(1) i = 2

(2) α = 45

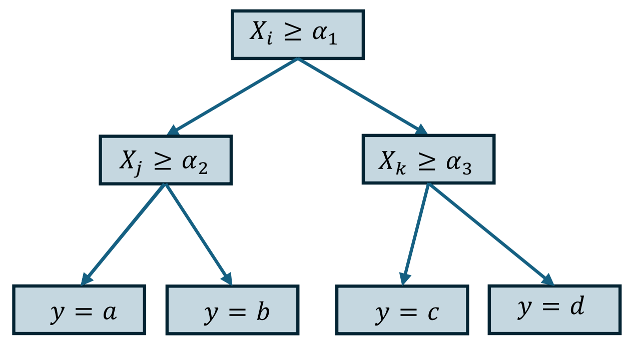
(3) a = μπλέ

(4) b = κόκκινο

Πρώτος Αλγόριθμος: Δέντρο Απόφασης



Δέντρο απόφασης με βάθος = 2



Έχουμε 10 παραμέτρους:

(1-3) i = 2, j = 1, k = 1

(4-6) $\alpha_1 = 45$, $\alpha_2 = 100$, $\alpha_3 = 145$,

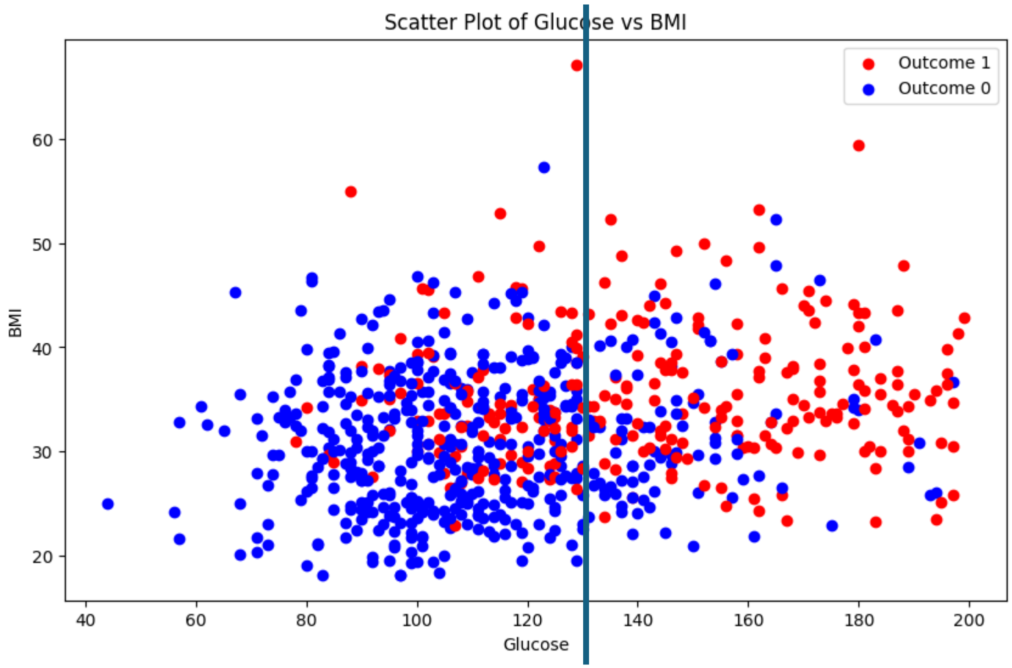
(7) a = μπλέ

(8) b = κόκκινο

(9) c = μπλέ

(10) d = κόκκινο

Το «καλύτερο» δέντρο βάθους 1



Το καλύτερο δέντρο είναι αυτό που ελαχιστοποιεί τα λάθη!

Εκπαίδευση Αλγορίθμου

1. Επιλέγουμε την οικογένεια αλγορίθμων: παράδειγμα – δέντρα απόφασης βάθους 3

2. Βρίσκουμε τις παραμέτρους που ελαχιστοποιούν τα λάθη στα δεδομένα μας

Εκπαίδευση Αλγορίθμου

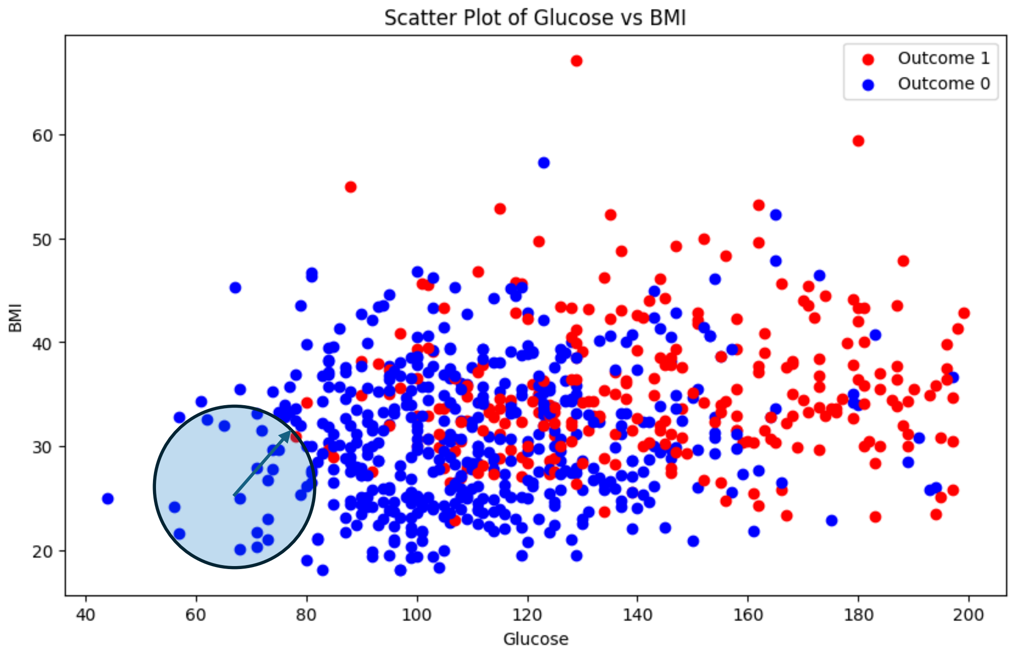
1. Επιλέγουμε την οικογένεια αλγορίθμων: παράδειγμα – δέντρα απόφασης βάθους 3

```
model = DecisionTreeClassifier(max_depth = 3)
```

2. Βρίσκουμε τις παραμέτρους που ελαχιστοποιούν τα λάθη στα δεδομένα μας

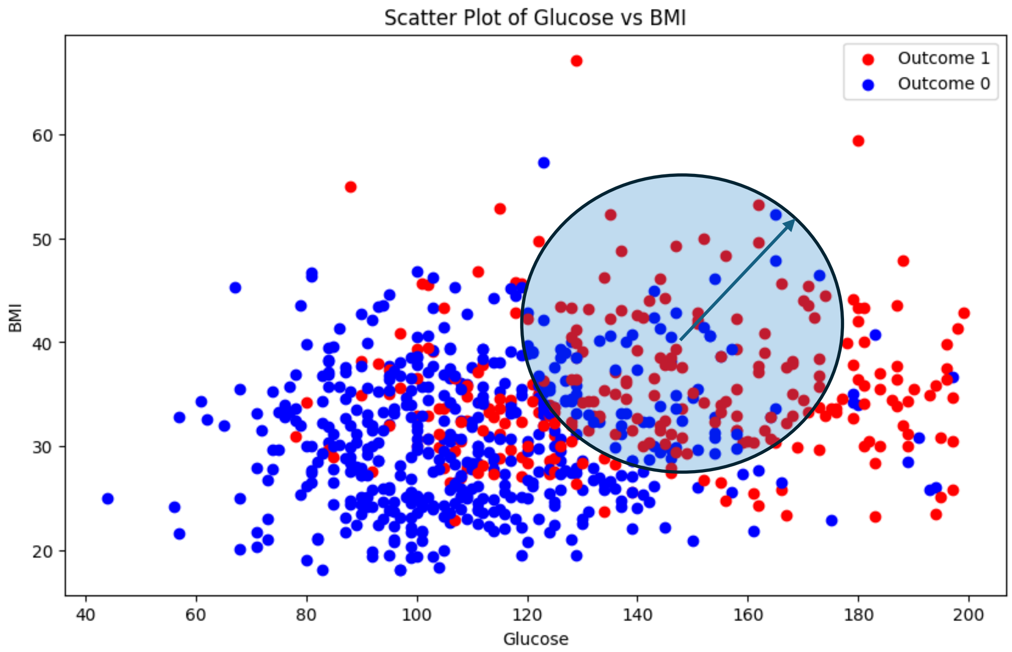
```
model.fit(X,y)
model.predict(x)
```

Δεύτερο Παράδειγμα



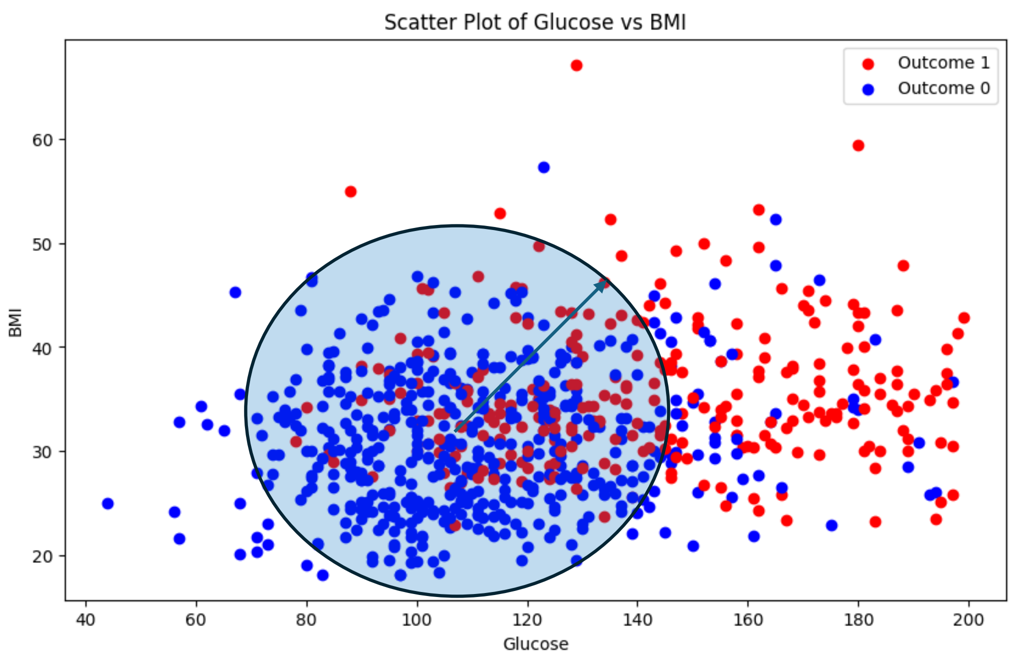
Κέντρο **c** με ακτίνα **ρ:**
εντός κύκλου μπλέ,
εκτός κόκκινο

Δεύτερο Παράδειγμα



Κέντρο **c** με ακτίνα **ρ:**
εντός κύκλου μπλέ,
εκτός κόκκινο

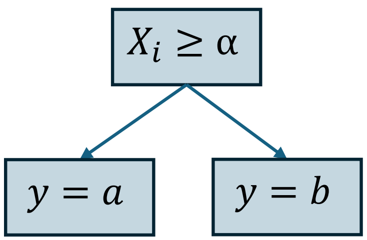
Δεύτερο Παράδειγμα



Κέντρο **c** με ακτίνα **ρ:**
εντός κύκλου μπλέ,
εκτός κόκκινο

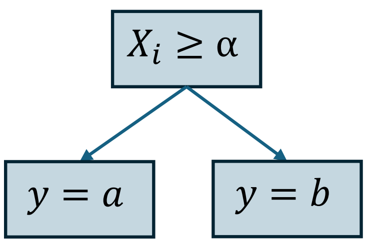
Τρίτο Παράδειγμα

Δέντρο απόφασης με βάθος = 1

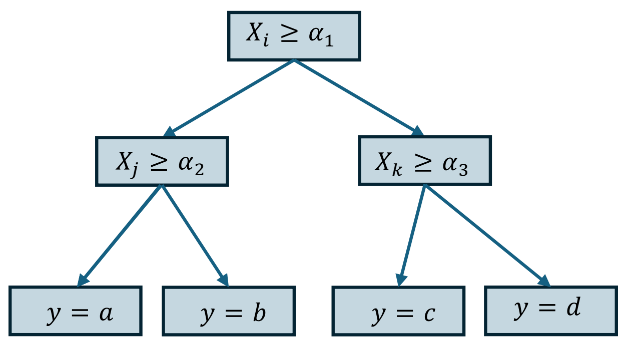


Τρίτο Παράδειγμα

Δέντρο απόφασης με βάθος = 1

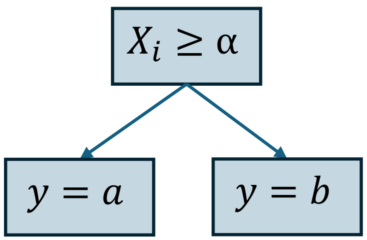


Δέντρο απόφασης με βάθος = 2

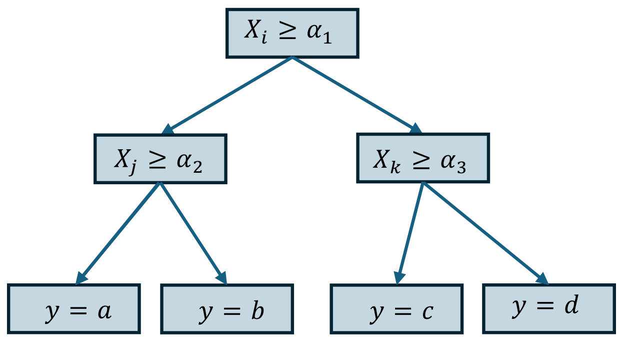


Τρίτο Παράδειγμα

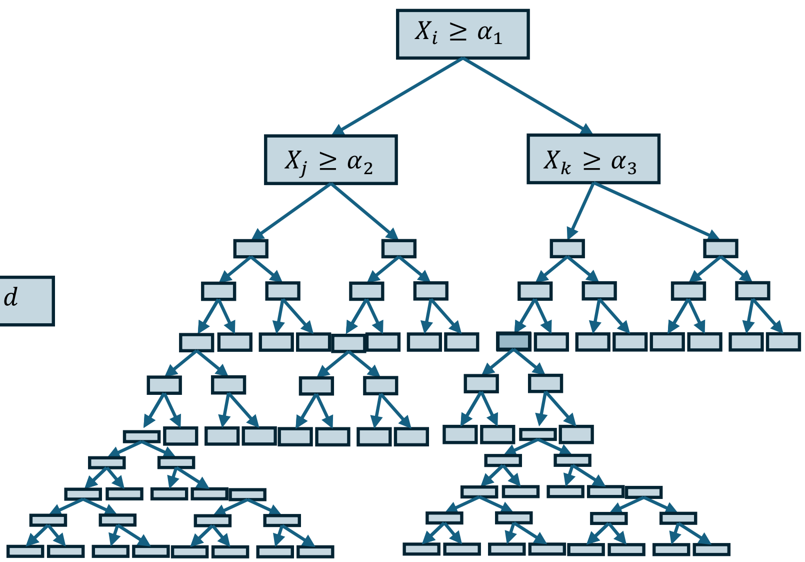
Δέντρο απόφασης με βάθος = 1



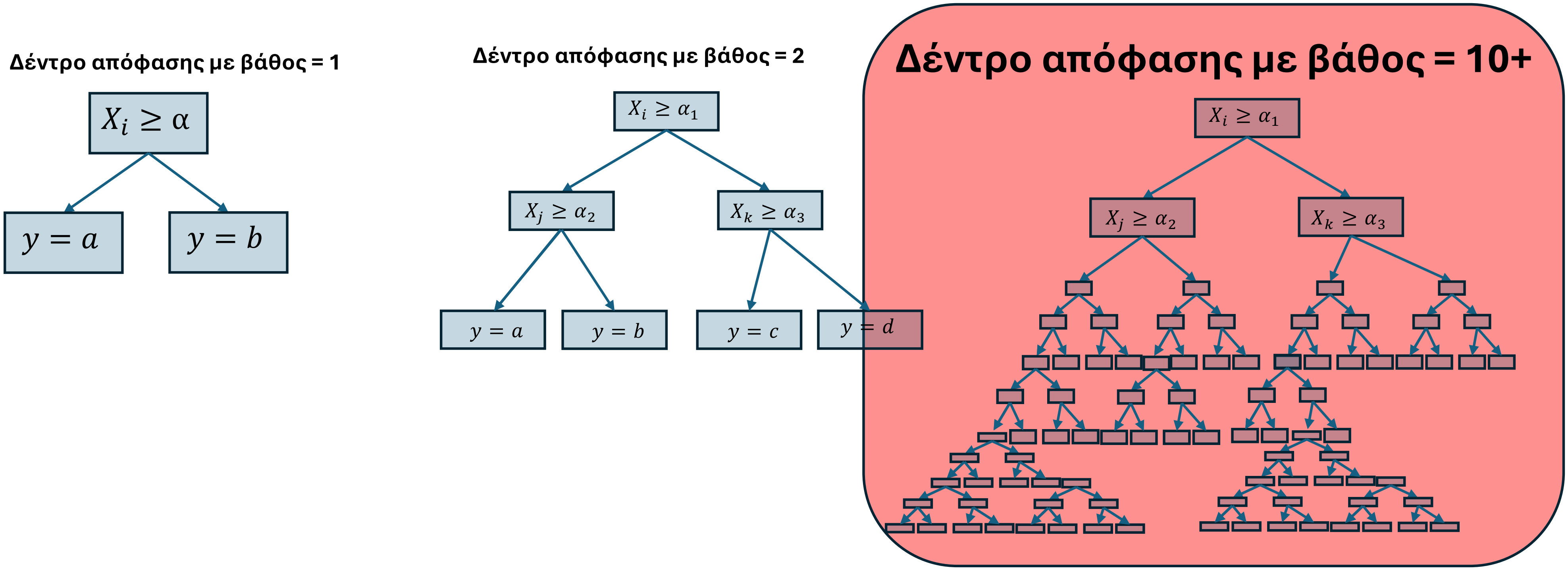
Δέντρο απόφασης με βάθος = 2



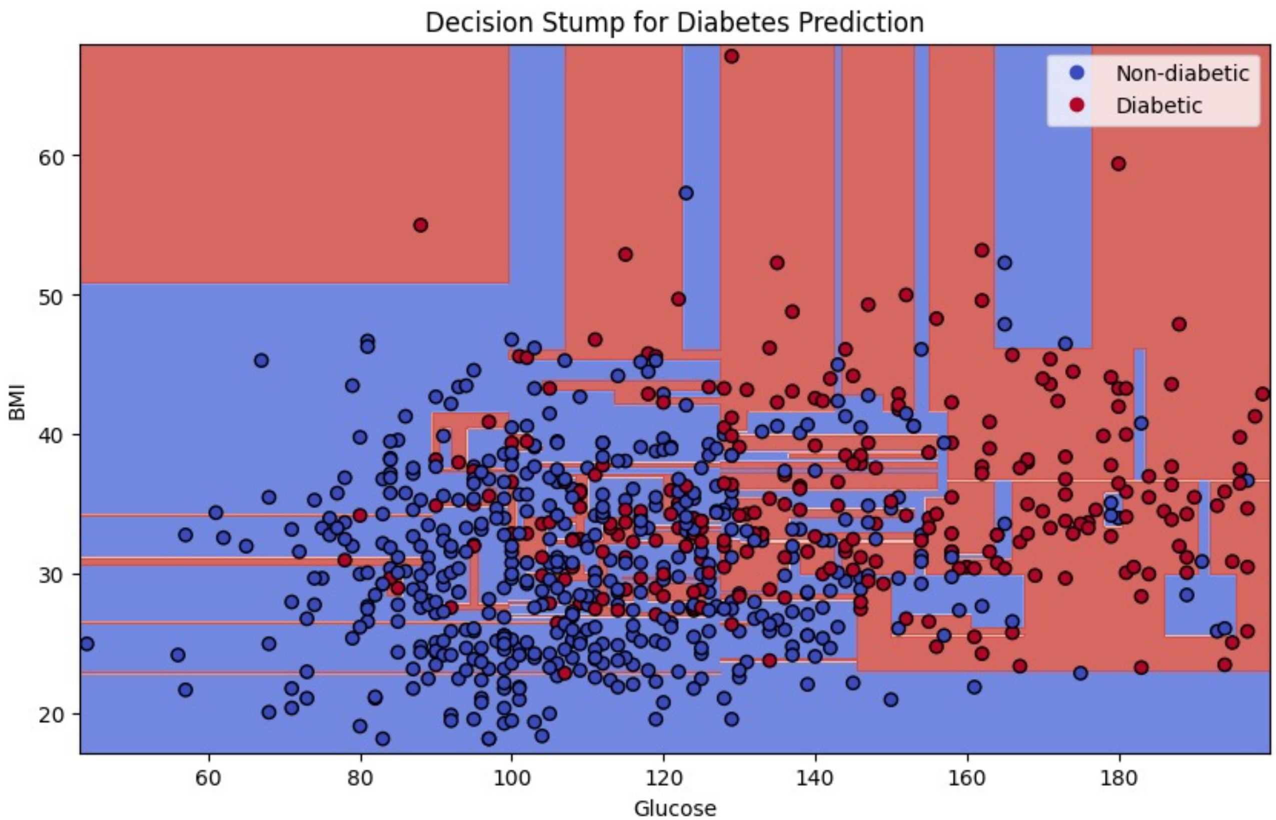
Δέντρο απόφασης με βάθος = 10+

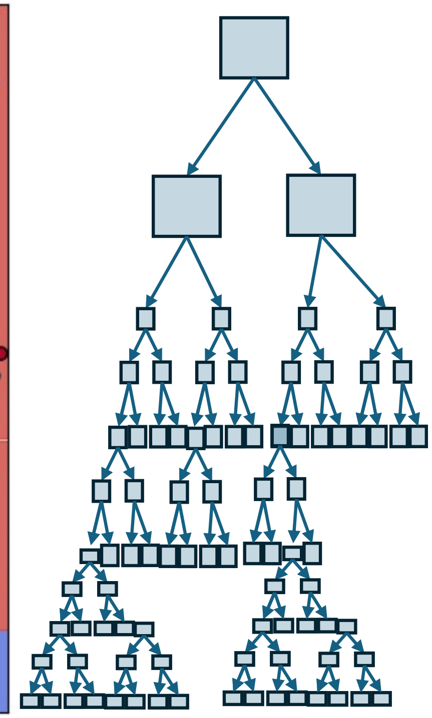


Τρίτο Παράδειγμα



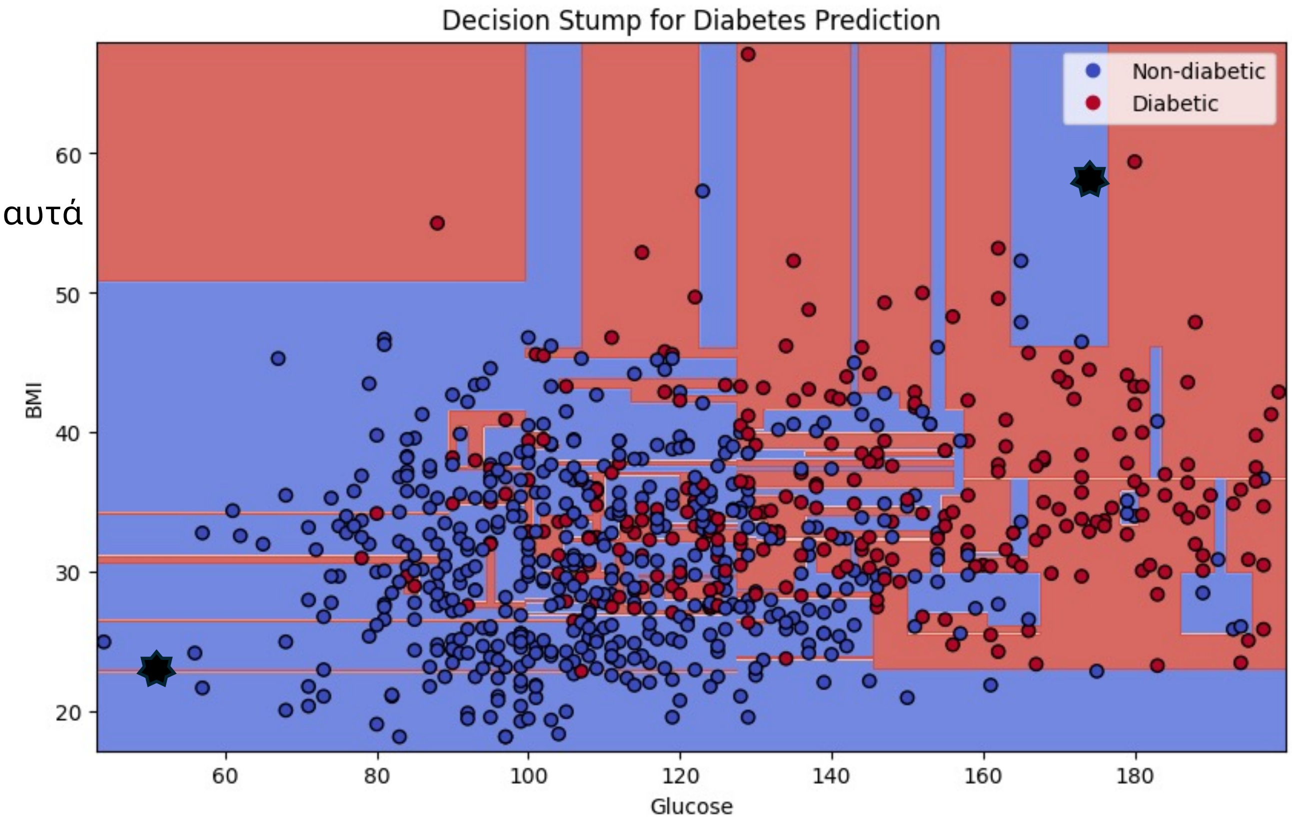
Τρίτο Παράδειγμα

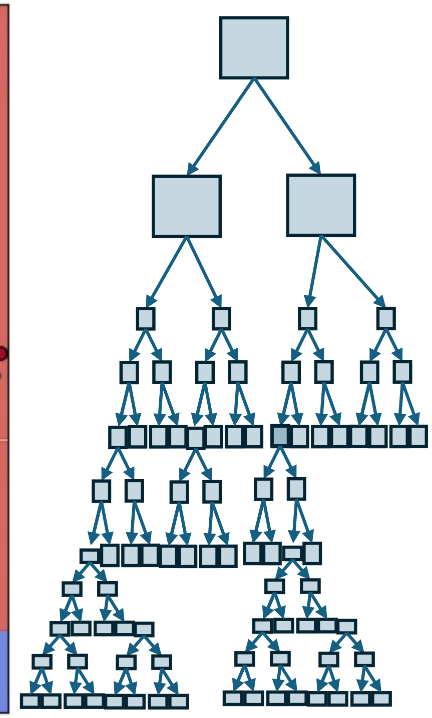




Τρίτο Παράδειγμα: Γιατί δεν μας αρέσει;

Τι λέει αυτός ο αλγόριθμος για αυτά τα δύο σημεία;

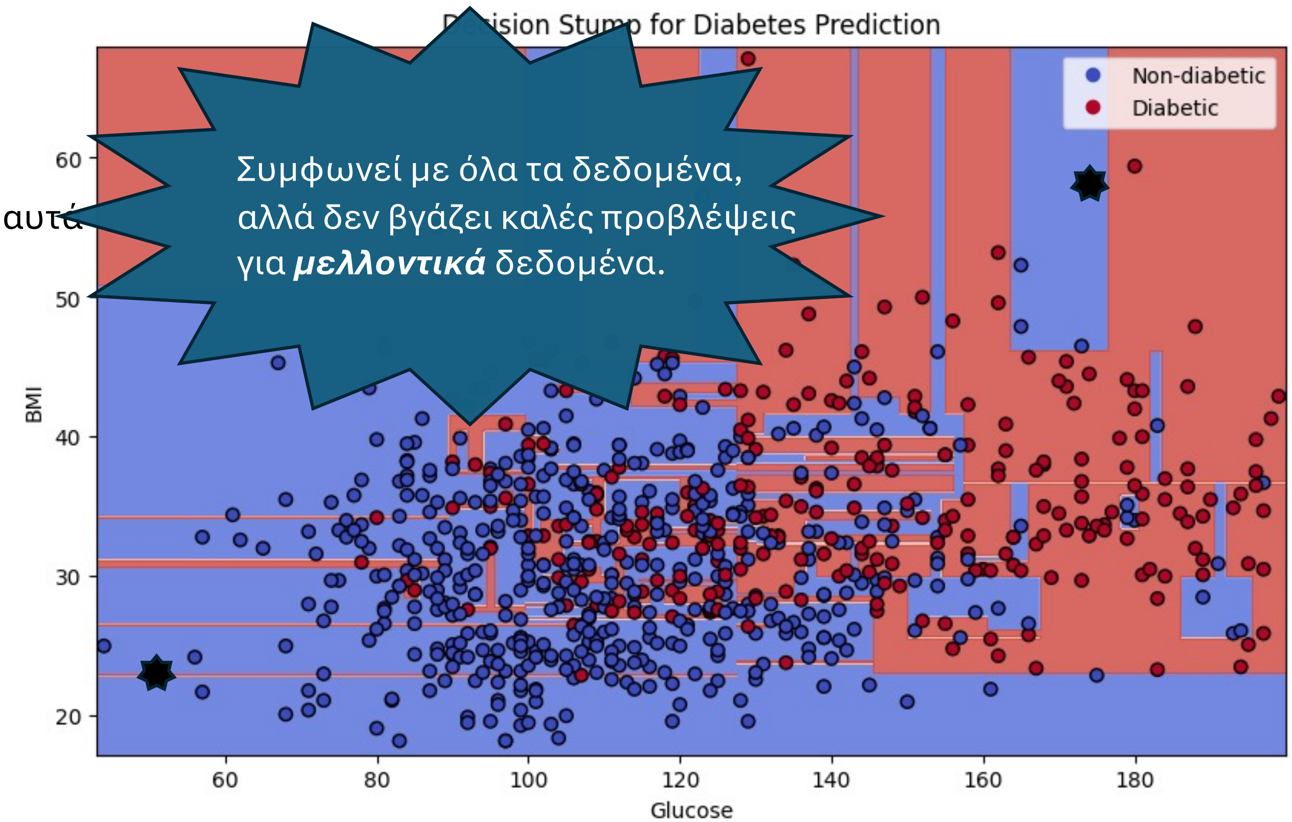


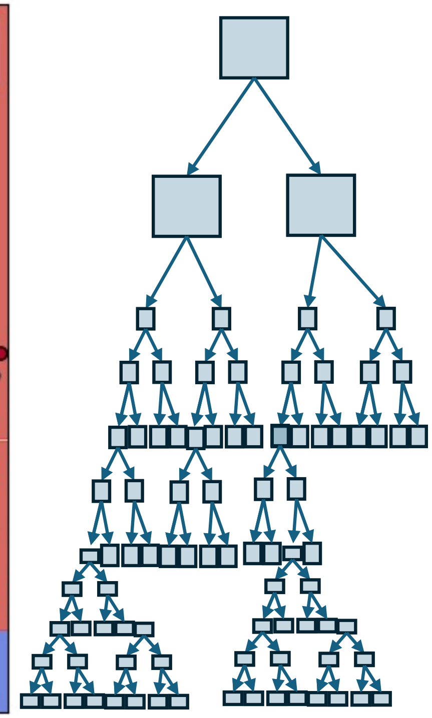


Τρίτο Παράδειγμα: Γιατί δεν μας αρέσει;

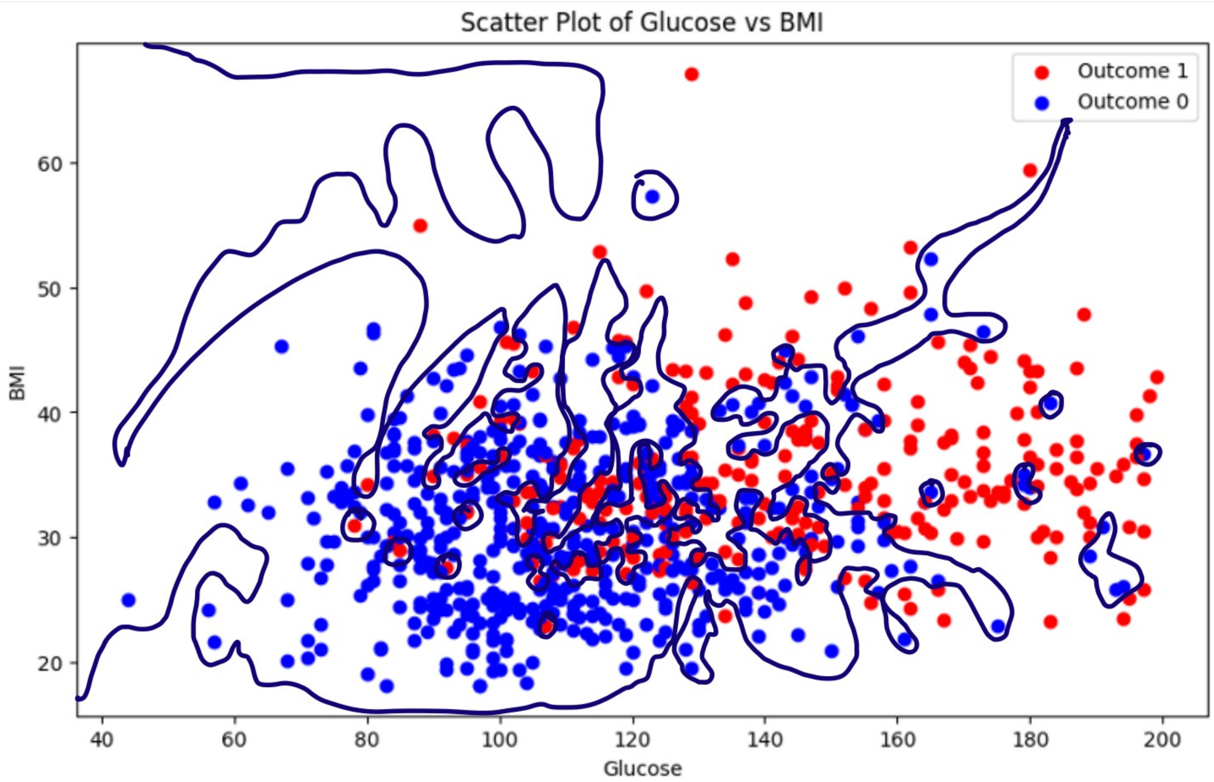
Τι λέει αυτός ο αλγόριθμος για αυτά τα δύο σημεία;

Συμφωνεί με όλα τα δεδομένα, αλλά δεν βγάζει καλές προβλέψεις για ***μελλοντικά*** δεδομένα.

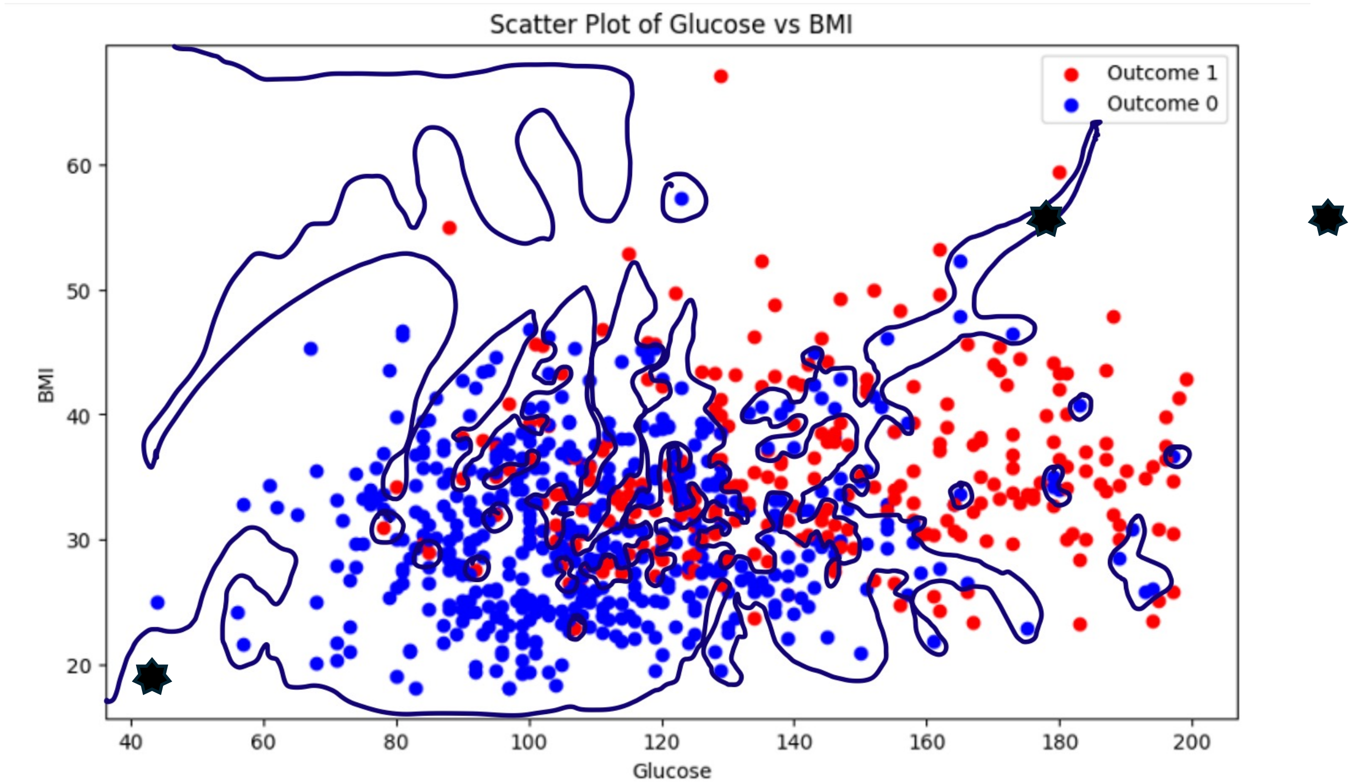




Τέταρτο Παράδειγμα

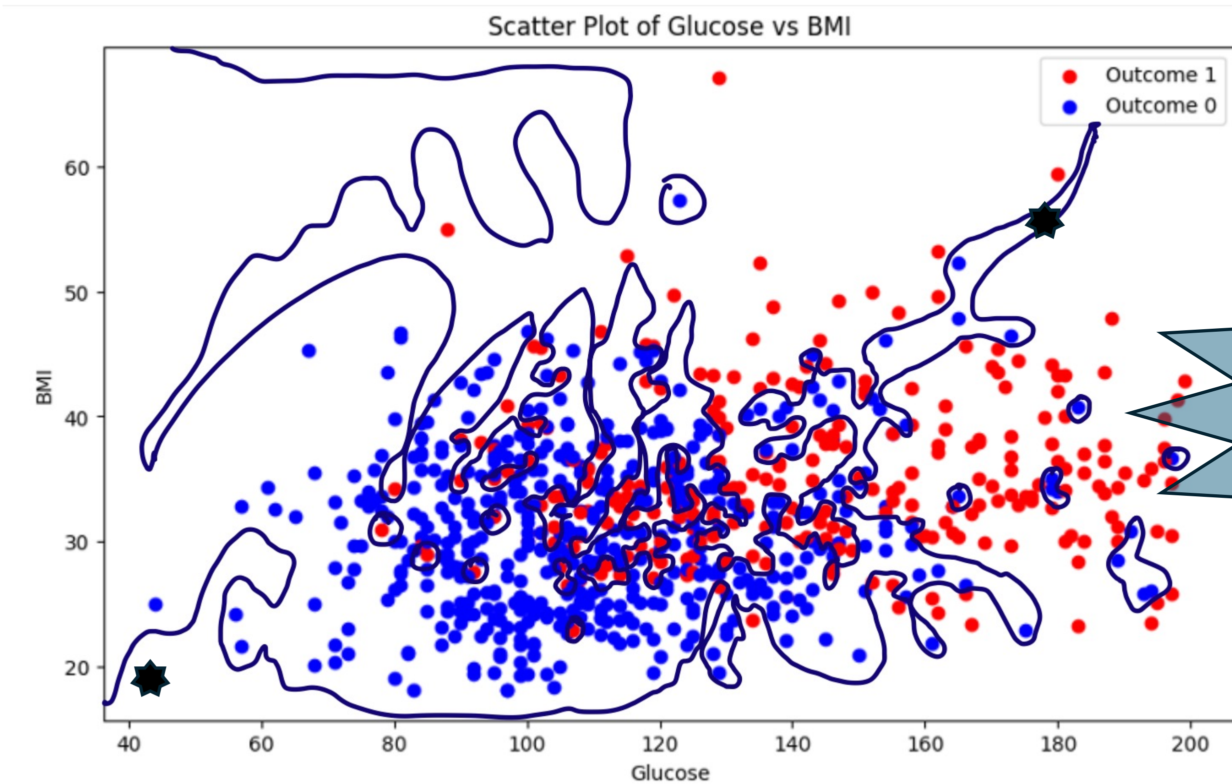


Τέταρτο Παράδειγμα: Γιατί δεν μας αρέσει;



Τι λέει αυτός ο αλγόριθμος για αυτά τα δύο σημεία;

Τέταρτο Παράδειγμα: Γιατί δεν μας αρέσει;



Τι λέει αυτός ο αλγόριθμος για αυτά τα δύο σημεία;

Συμφωνεί με όλα τα δεδομένα, αλλά δεν βγάζει καλές προβλέψεις για ***μελλοντικά*** δεδομένα.

Υπερμοντελοποίηση - Overfitting

- Ενας αλγόριθμος ***υπερμοντελοποιεί*** εάν πετυχαίνει πολύ καλύτερη ακρίβεια στα δεδομένα με τα οποία εκπαιδεύτηκε (**training data**), συγκριτικά με την ακρίβεια που πετυχαίνει σε μελλοντικά δεδομένα (**testing data)**.

- Πως μπορούμε να καταλάβουμε εάν ο αλγόριθμός μας υπερμοντελοποιεί; Δεν έχουμε (ακόμα) τα μελλοντικά δεδομένα!

Υπερμοντελοποίηση - Overfitting

- Δεν έχουμε μελλοντικά δεδομένα, αλλά μπορούμε να θυσιάσουμε ένα ποσοστό των δεδομένων μας, για να προσομοιώσουμε αυτό που θέλουμε:

Data = $(x_1, y_1), \ldots, (x_n, y_n)$

Split: $\underbrace{(x_1, y_1), \ldots, (x_n, y_n)}_{\text{Όλα τα δεδομένα}} = \underbrace{(x_1, y_1), \ldots, (x_m, y_m)}_{\substack{\text{Δεδομένα για εκπαίδευση} \\ \text{(training data)}}} \cup \underbrace{(x_{m+1}, y_{m+1}), \ldots, (x_n, y_n)}_{\substack{\text{Δεδομένα για εκτίμηση ακρίβειας} \\ \text{(testing data)}}}$

Υπερμοντελοποίηση - Overfitting

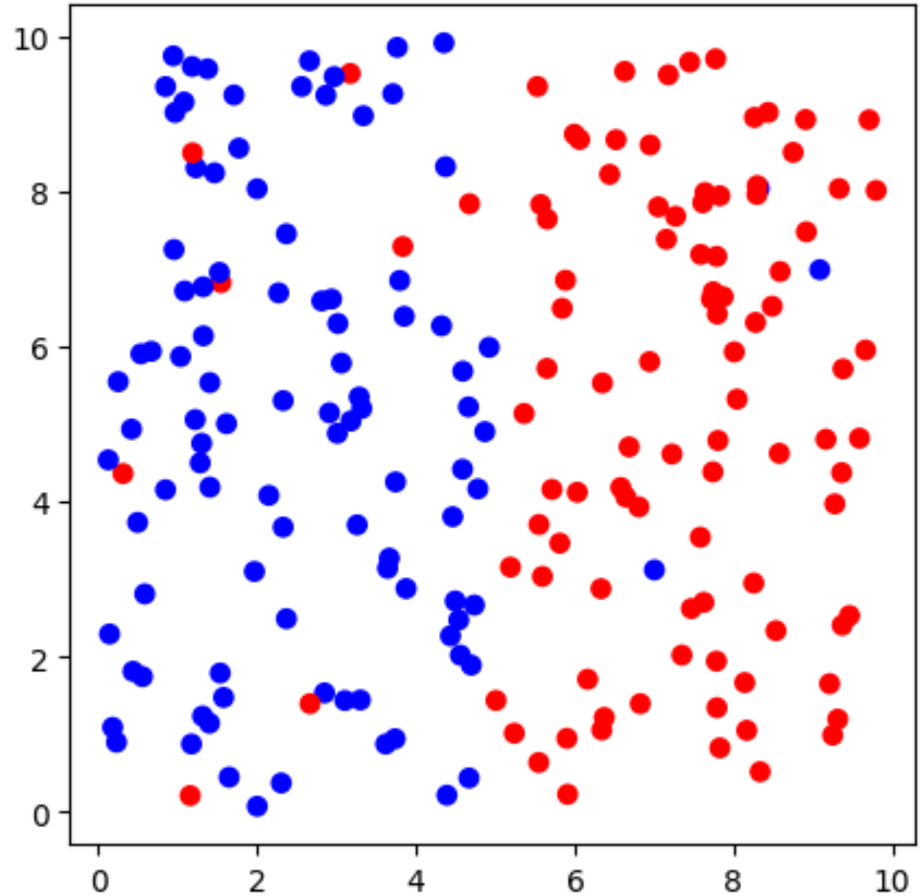
- Δεν έχουμε μελλοντικά δεδομένα, αλλά μπορούμε να θυσιάσουμε ένα ποσοστό των δεδομένων μας, για να προσομοιώσουμε αυτό που θέλουμε:

Data = $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$

Split: $\underbrace{(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)}_{\text{Όλα τα δεδομένα}} = \underbrace{(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)}_{\substack{\text{Δεδομένα για εκπαίδευση} \\ \text{(training data)}}} \cup \underbrace{(x_{m+1}, y_{m+1}), \dots, (x_n, y_n)}_{\substack{\text{Δεδομένα για εκτίμηση ακρίβειας} \\ \text{(testing data)}}}$

$$(X, y) = (X_{train}, y_{train}) \cup (X_{test}, y_{test})$$

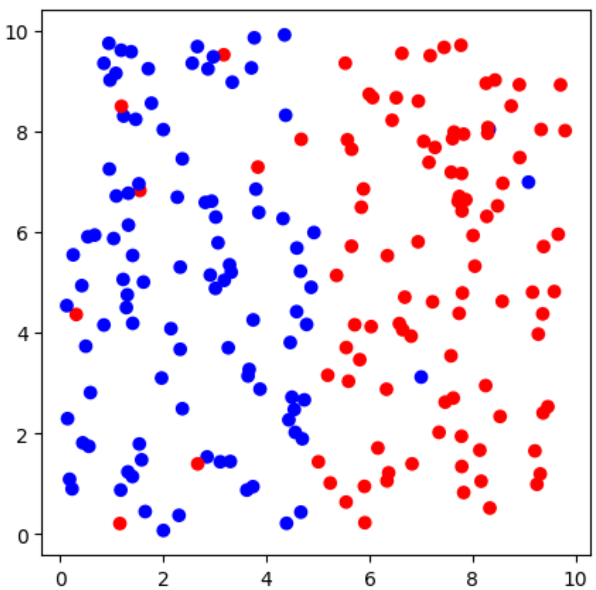
Υπερμοντελοποίηση – Παράδειγμα



Όλα τα δεδομένα

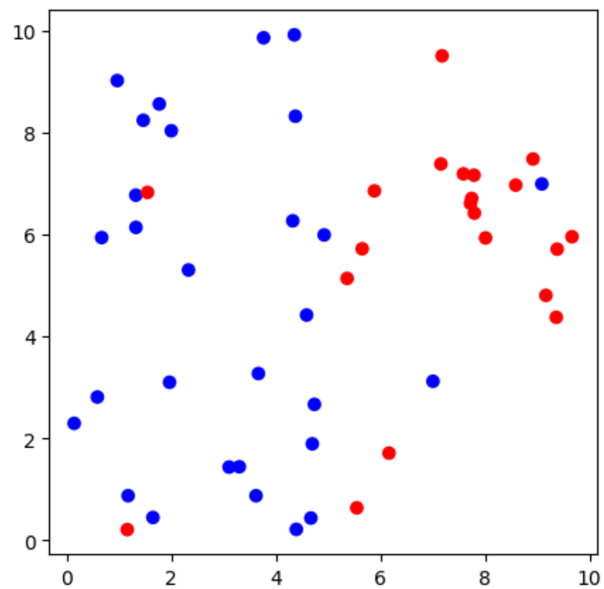
Υπερμοντελοποίηση – Παράδειγμα

Χωρίζουμε σε δεδομένα εκπαίδευσης και δεδομένα εκτίμησης: training data + testing data



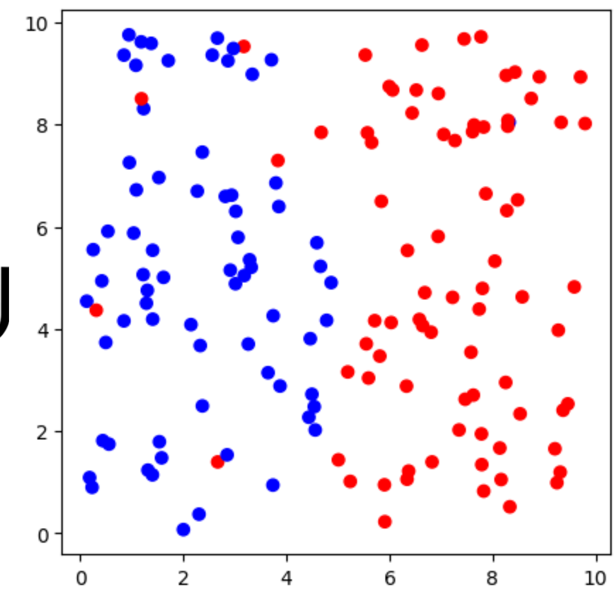
Όλα τα δεδομένα

=



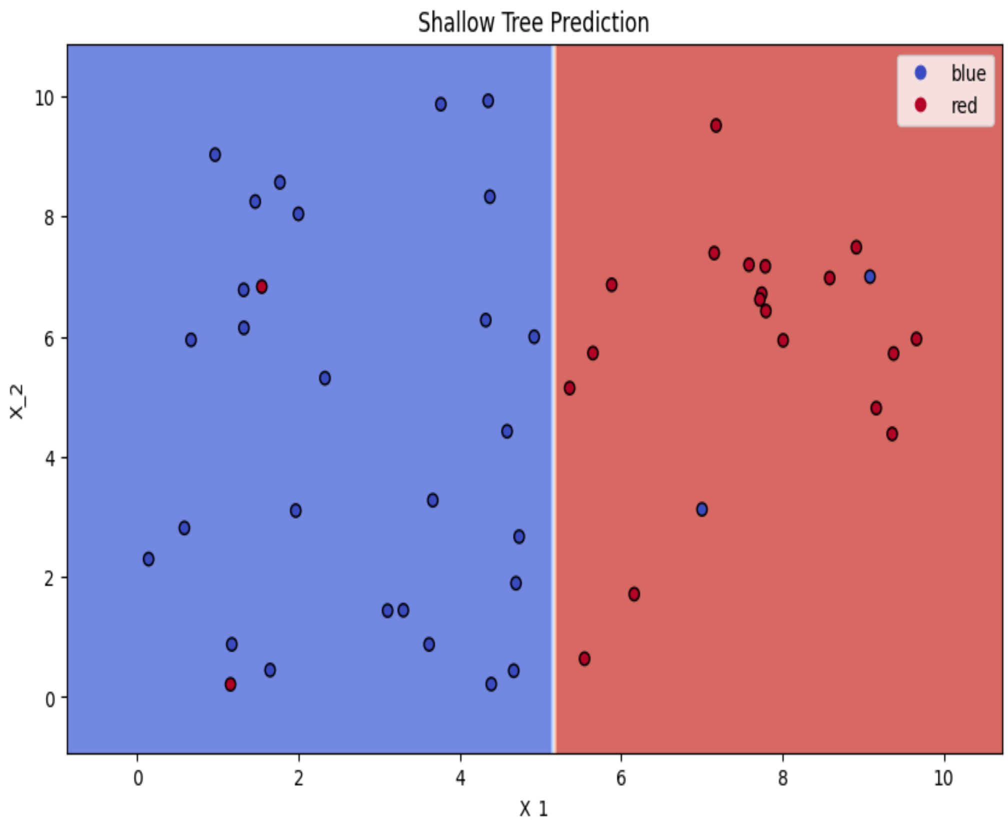
Δεδομένα εκπαίδευσης

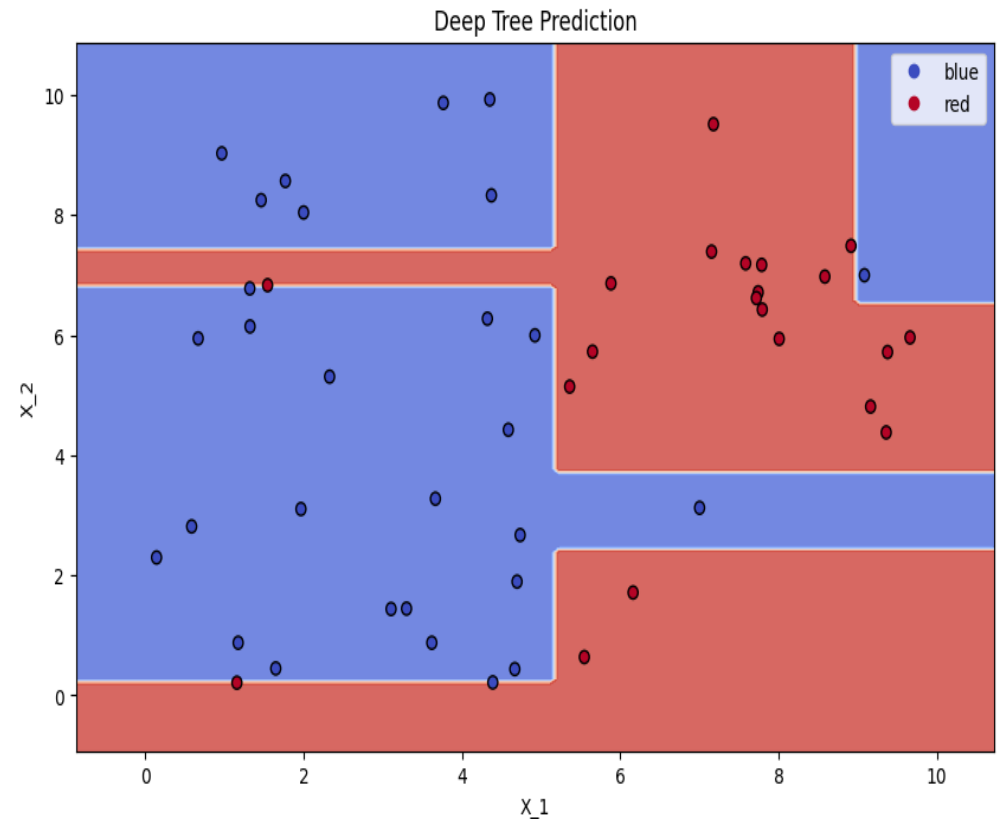
∪



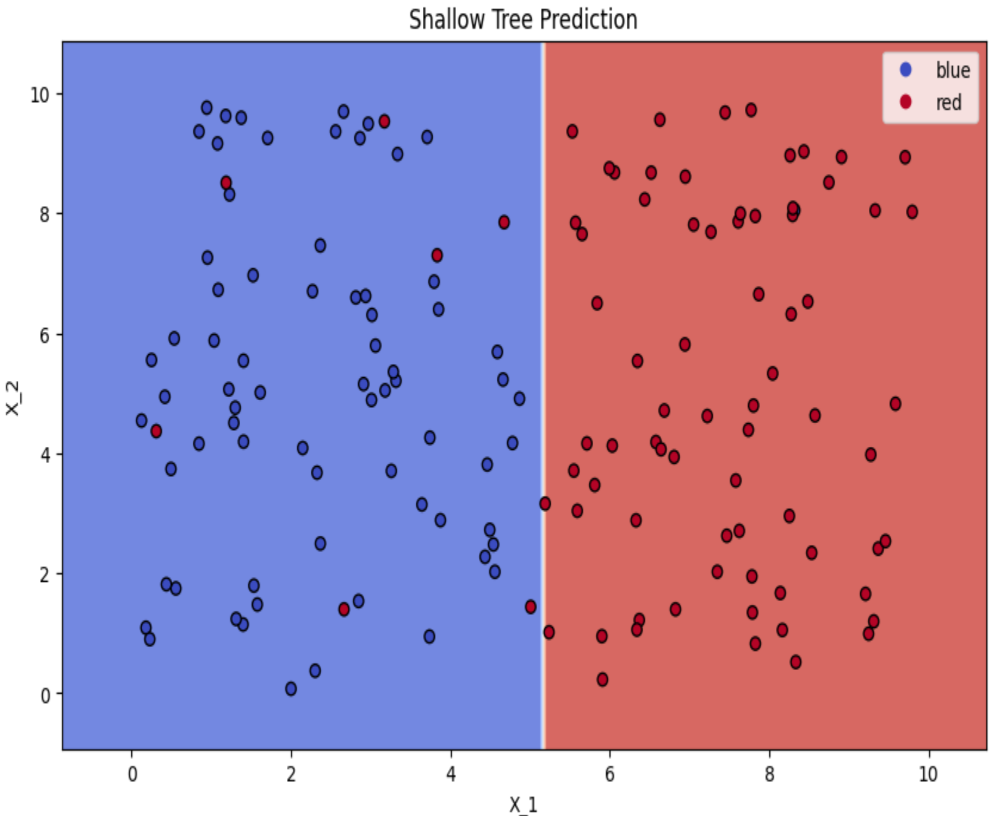
Δεδομένα εκτίμησης

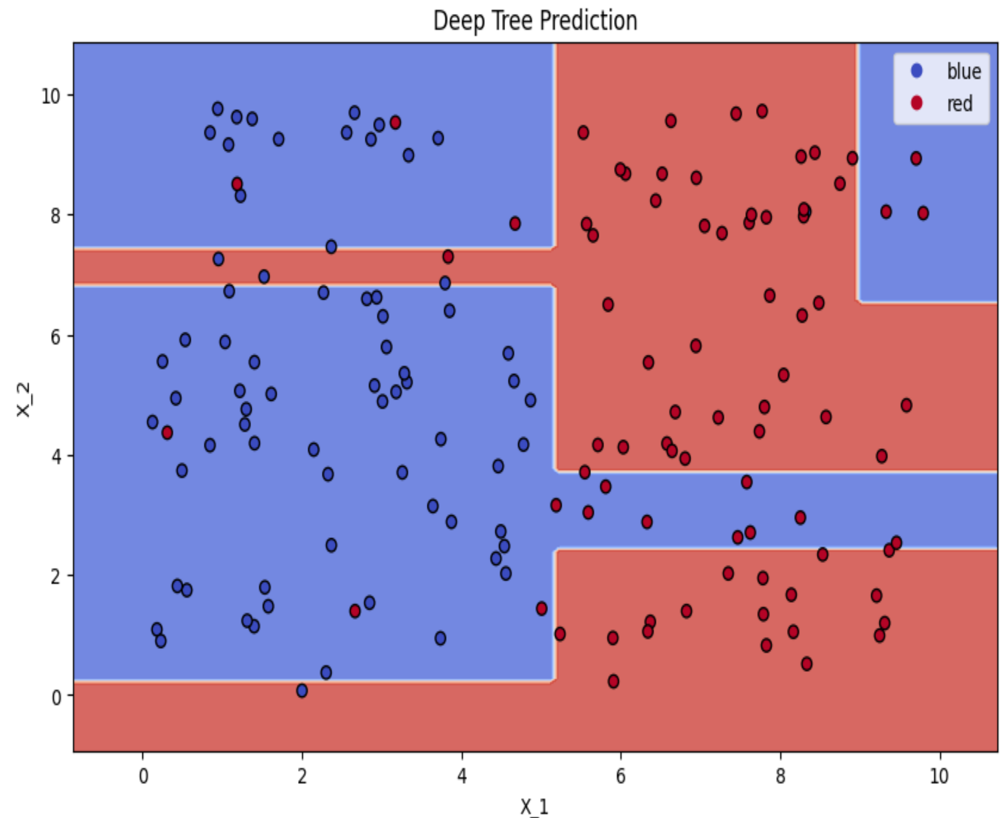
Βαθύ και ρηχό δέντρο: δεδομένα εκπαίδευσης





Βαθύ και ρηχό δέντρο: δεδομένα εκτίμησης





Υπερμοντελοποίηση

Ενας αλγόριθμος *υπερμοντελοποιεί* εάν πετυχαίνει πολύ καλύτερη ακρίβεια στα δεδομένα εκπαίδευσης (**training data**), συγκριτικά με την ακρίβεια που πετυχαίνει στα δεδομένα εκτίμησης (**testing data)**.

Πάντα χωρίζουμε τα δεδομένα μας σε δεδομένα εκπαίδευσης και δεδομένα εκτίμησης: η ακρίβεια του αλγορίθμου δεν είναι η ακρίβεια στα δεδομένα εκπαίδευσης, αλλά η ακρίβεια στα δεδομένα εκτίμησης

Υπερμοντελοποίηση

Ενας αλγόριθμος *υπερμοντελοποιεί* εάν πετυχαίνει πολύ καλύτερη ακρίβεια στα δεδομένα εκπαίδευσης (**training data**), συγκριτικά με την ακρίβεια που πετυχαίνει στα δεδομένα εκτίμησης (**testing data**).

Πάντα χωρίζουμε τα δεδομένα μας σε δεδομένα εκπαίδευσης και δεδομένα εκτίμησης: η ακρίβεια του αλγορίθμου δεν είναι η ακρίβεια στα δεδομένα εκπαίδευσης, αλλά η ακρίβεια στα δεδομένα εκτίμησης

Εάν υπερμοντελοποιούμε, πρέπει να περιορίσουμε την πολυπλοκότητα του αλγορίθμου: π.χ., δέντρο με μικρότερο βάθος. Υπάρχουν και άλλοι τρόποι να περιοριστεί η πολυπλοκότητα, που θα συναντήσουμε στην πορεία.

Ο βασικός σκοπός αυτής της διάλεξης είναι να καταλάβουμε τι θα πεί **υπερμοντελοποίηση**, και πως καταλαβαίνουμε εάν ο αλγόριθμος μας υπερμοντελοποιεί.