



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...



Βασικά Προβλήματα της Μηχανικής Μάθησης

Πρόβλεψη:

- Ταξινόμηση
- Παλινδρόμηση
- Εικόνες, Φυσική Γλώσσα, Συνδυασμός των δύο

Γενετική Τεχνητή Νοημοσύνη

- Φυσική Γλώσσα
- Εικόνες
- Βίντεο
- Συνδυασμός

Μηχανική Όραση: Ταξινόμηση

airplane



automobile



bird



cat



deer



dog



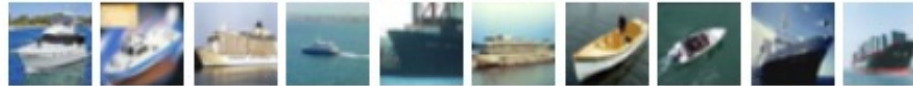
frog



horse



ship



truck



Μηχανική Όραση: Παλινδρόμηση



Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας: Ταξινόμηση

Paragraph A:

"The great conflict was triggered by the assassination of an archduke, leading to a widespread war that saw nations drawn into a brutal and extended fight. The battles were marked by the use of trench warfare, where soldiers faced horrific conditions daily. This era was also notorious for the introduction of chemical warfare, adding a new level of horror to the battlefield."

Paragraph B:

"The significant global conflict began with aggressive territorial expansions by a major European power, leading to a devastating war that involved numerous countries. The conflict was characterized by major advances in military technology, including the widespread use of tanks and strategic air campaigns. The war culminated in the deployment of nuclear weapons, changing warfare and international politics forever."

Classification: Not Similar

Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας: Παλινδρόμηση

Review 1:

"During my vacation in Syros, I had the wonderful opportunity to dine at Taverna Kymata. The view of the Aegean Sea was breathtaking, perfectly complementing the delicious Greek cuisine served. Every dish, especially the grilled octopus, was seasoned to perfection. The warm, welcoming atmosphere created by the staff made our evening truly unforgettable. I highly recommend Taverna Kymata to anyone visiting Syros."

Sentiment Score: 4.7/5.0

Review 2:

"My dinner at Taverna Kymata on Syros was rather disappointing. While the restaurant boasts a stunning seaside location, the food did not live up to expectations. The dishes, including the much-touted grilled octopus, were rather uninspiring and lacked the authentic Greek flavor I was looking forward to. Service was slow, which didn't help the overall experience. It's a pity because the setting has so much potential."

Sentiment Score: 2.3/5.0

Επιτηρούμενη Μάθηση (Supervised Learning)

- Ο κοινός παράγοντας σε όλες αυτές τις εφαρμογές: μαθαίνουμε από παραδείγματα.

Επιτηρούμενη Μάθηση (Supervised Learning)

- Ο κοινός παράγοντας σε όλες αυτές τις εφαρμογές: μαθαίνουμε από παραδείγματα.



dog



cat



dog



cat



cat



???

Επιτηρούμενη Μάθηση (Supervised Learning)

- Ο κοινός παράγοντας σε όλες αυτές τις εφαρμογές: μαθαίνουμε από παραδείγματα.



dog



cat



dog



cat



cat



???

x

y

Επιτηρούμενη Μάθηση (Supervised Learning)

- Ο κοινός παράγοντας σε όλες αυτές τις εφαρμογές: μαθαίνουμε από παραδείγματα.
- Επιτηρούμενη Μάθηση με σύμβολα:
 - Βλέπουμε n παραδείγματα: $(X_1, y_1), (X_2, y_2), \dots, (X_n, y_n)$

Μαθαίνουμε την σχέση: $X \rightarrow y$

Επιτηρούμενη Μάθηση (Supervised Learning)

- Ο κοινός παράγοντας σε όλες αυτές τις εφαρμογές: μαθαίνουμε από παραδείγματα.

Πως αποθηκεύονται οι εικόνες ή το κείμενο στον υπολογιστή, ώστε να μπορεί να γίνει ο υπολογισμός $X \rightarrow y$;

Θα μπούμε αργότερα σε αυτές τις σημαντικές λεπτομέρειες

σύμβολα:

• Εκτελούμε n παραδείγματα: $(X_1, y_1), (X_2, y_2), \dots$

σχέση: $X \rightarrow y$

Επιτηρούμενη Μάθηση (Supervised Learning)

- Επιτηρούμενη Μάθηση με σύμβολα:
 - Βλέπουμε n παραδείγματα: $(X_1, y_1), (X_2, y_2), \dots, (X_n, y_n)$

Μαθαίνουμε την σχέση: $X \rightarrow y$

Τι είναι το (X, y) για τα παραδείγματά μας;

Μηχανική Όραση: Ταξινόμηση

airplane



automobile



bird



cat



deer



dog



frog



horse



ship



truck



Μηχανική Όραση: Παλινδρόμηση



Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας: Ταξινόμηση

Paragraph A:

"The great conflict was triggered by the assassination of an archduke, leading to a widespread war that saw nations drawn into a brutal and extended fight. The battles were marked by the use of trench warfare, where soldiers faced horrific conditions daily. This era was also notorious for the introduction of chemical warfare, adding a new level of horror to the battlefield."

Paragraph B:

"The significant global conflict began with aggressive territorial expansions by a major European power, leading to a devastating war that involved numerous countries. The conflict was characterized by major advances in military technology, including the widespread use of tanks and strategic air campaigns. The war culminated in the deployment of nuclear weapons, changing warfare and international politics forever."

Classification: Not Similar

Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας: Παλινδρόμηση

Review 1:

"During my vacation in Syros, I had the wonderful opportunity to dine at Taverna Kymata. The view of the Aegean Sea was breathtaking, perfectly complementing the delicious Greek cuisine served. Every dish, especially the grilled octopus, was seasoned to perfection. The warm, welcoming atmosphere created by the staff made our evening truly unforgettable. I highly recommend Taverna Kymata to anyone visiting Syros."

Sentiment Score: 4.7/5.0

Review 2:

"My dinner at Taverna Kymata on Syros was rather disappointing. While the restaurant boasts a stunning seaside location, the food did not live up to expectations. The dishes, including the much-touted grilled octopus, were rather uninspiring and lacked the authentic Greek flavor I was looking forward to. Service was slow, which didn't help the overall experience. It's a pity because the setting has so much potential."

Sentiment Score: 2.3/5.0

Ιατρική Απεικόνιση – Υπέρηχοι

Διάγνωση μέσω Ταξινόμησης

Image 1 from malignant category

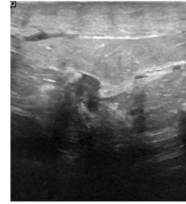


Image 2 from malignant category

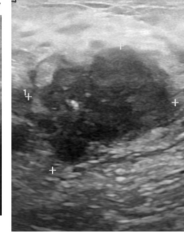


Image 3 from malignant category

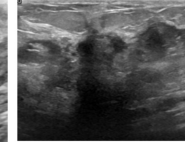


Image 4 from malignant category

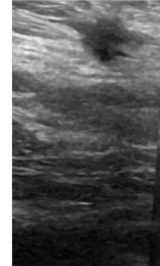


Image 5 from malignant category

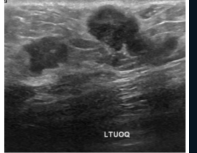


Image 1 from normal category

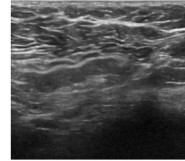


Image 2 from normal category

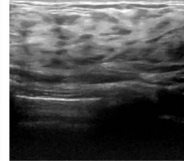


Image 3 from normal category

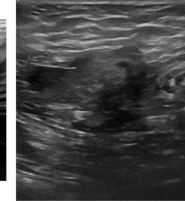


Image 4 from normal category

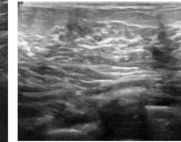


Image 5 from normal category

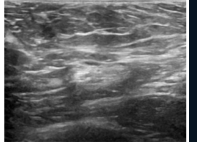


Image 1 from benign category

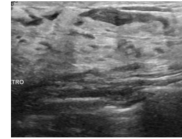


Image 2 from benign category

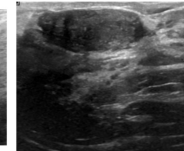


Image 3 from benign category

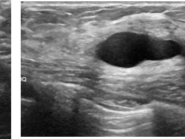


Image 4 from benign category

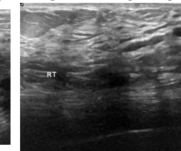
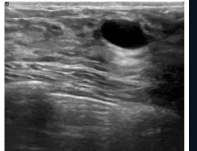


Image 5 from benign category



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

Πρώτος ασθενής στην βάση δεδομένων μας

Δεύτερος ασθενής στην βάση δεδομένων μας

Αποτέλεσμα: ο ασθενής είναι/δεν είναι διαβητικός

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 – χαρακτηριστικά «δεδομένα εισόδου» = «features»

X

y = αυτό που θέλουμε να προβλέψουμε

y

Πρόβλεψη Διαβήτη

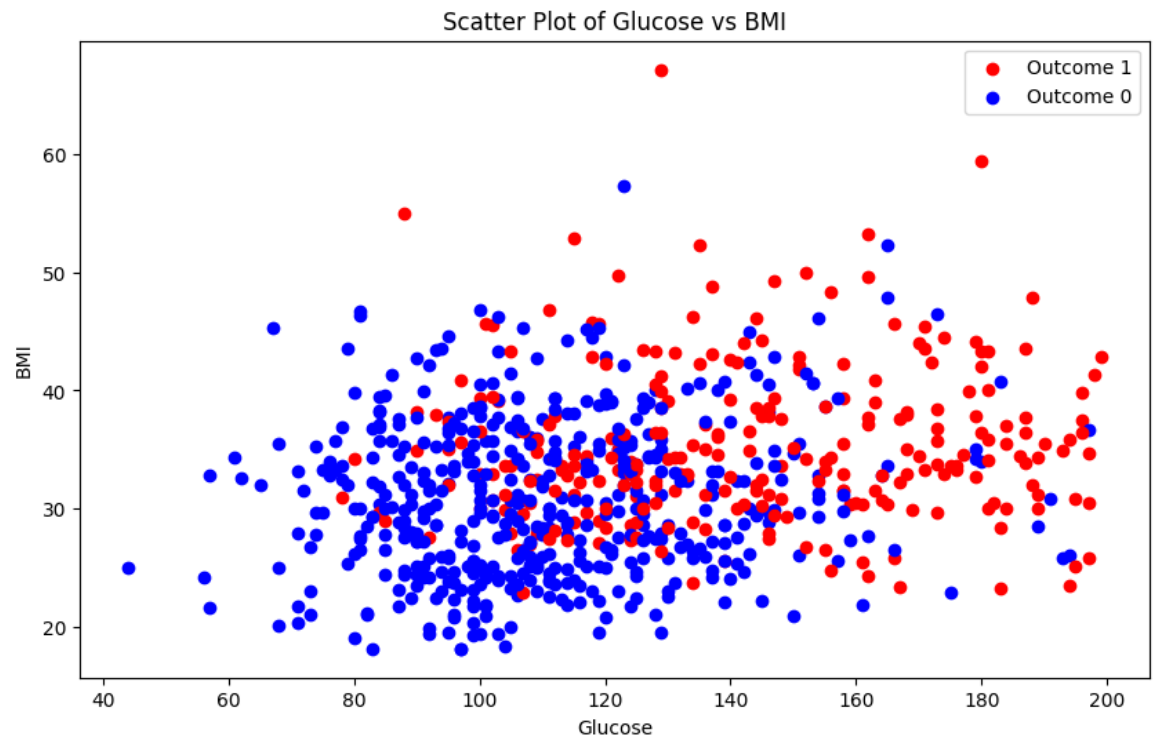
Ο Διαβήτης είναι η 8η κυριότερη αιτία θανάτου στις ΗΠΑ. Ένα από τα βασικότερα προβλήματα είναι η σωστή διάγνωση, όσο και η πρόβλεψη, και η πρόληψη.

	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

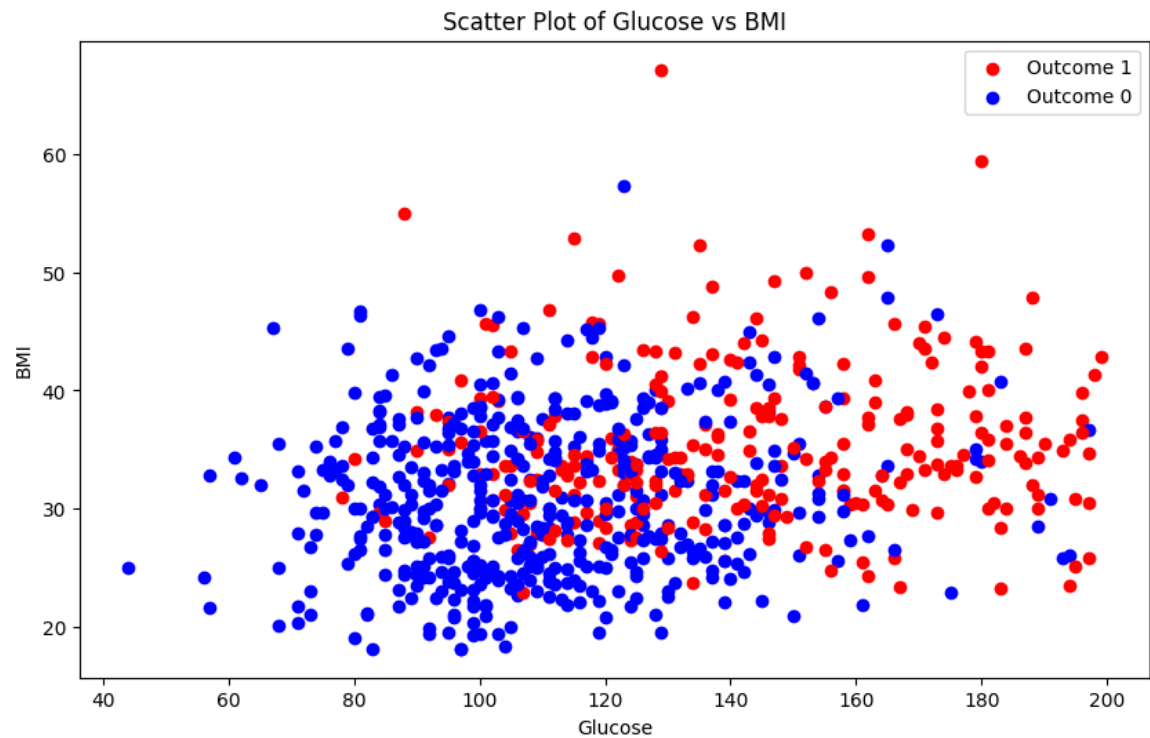
Πρόβλεψη Διαβήτη

- Τι είναι το X ;
- Τι είναι το y ;



Πρόβλεψη Διαβήτη

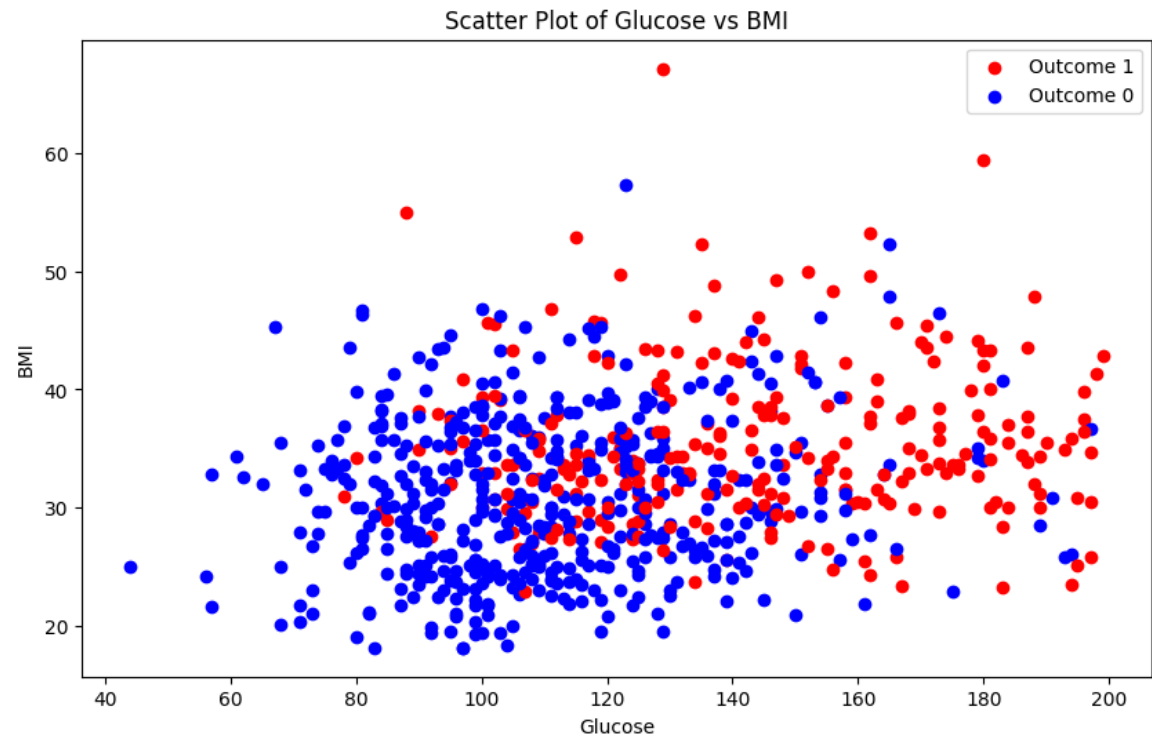
Με το μάτι: κάτω αριστερά
μάλλον είμαστε μπλέ
(outcome = 0), πάνω δεξιά
μάλλον κόκκινο (outcome = 1)



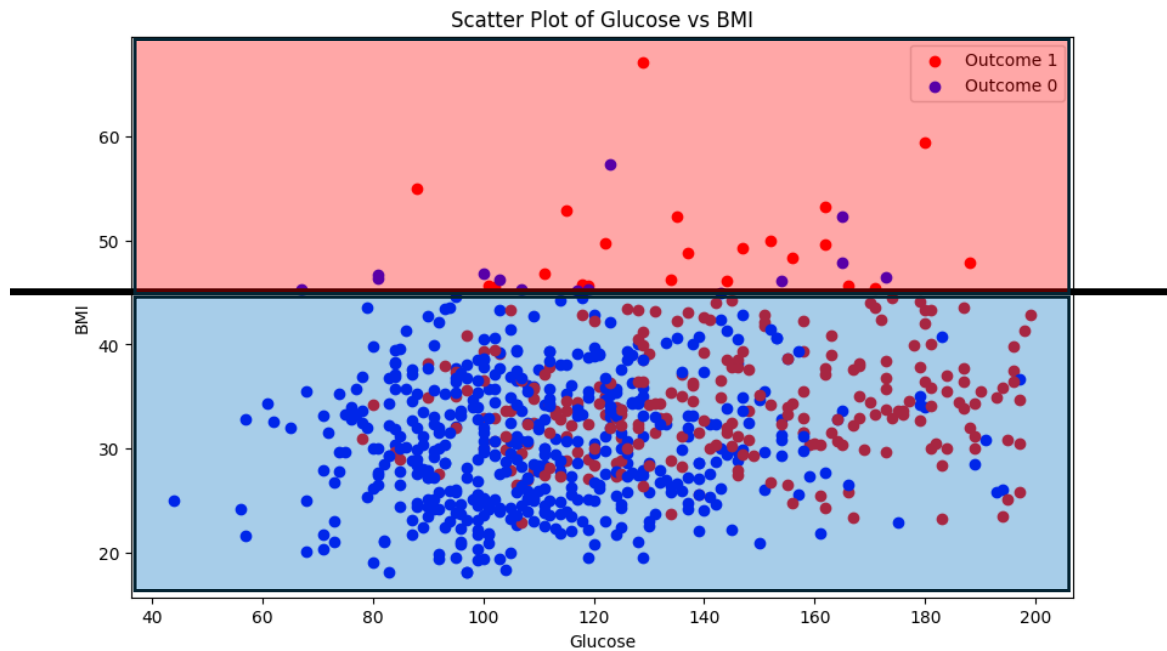
Πρόβλεψη Διαβήτη

Με το μάτι: κάτω αριστερά
μάλλον είμαστε μπλέ
(outcome = 0), πάνω δεξιά
μάλλον κόκκινο (outcome = 1)

Θέλουμε αλγόριθμο: ένα
πρωτόκολλο που παίρνει δύο
αριθμούς, X_1 , X_2 , και απαντάει
«0» ή «1»



Πρώτος Αλγόριθμος: Δέντρο Απόφασης

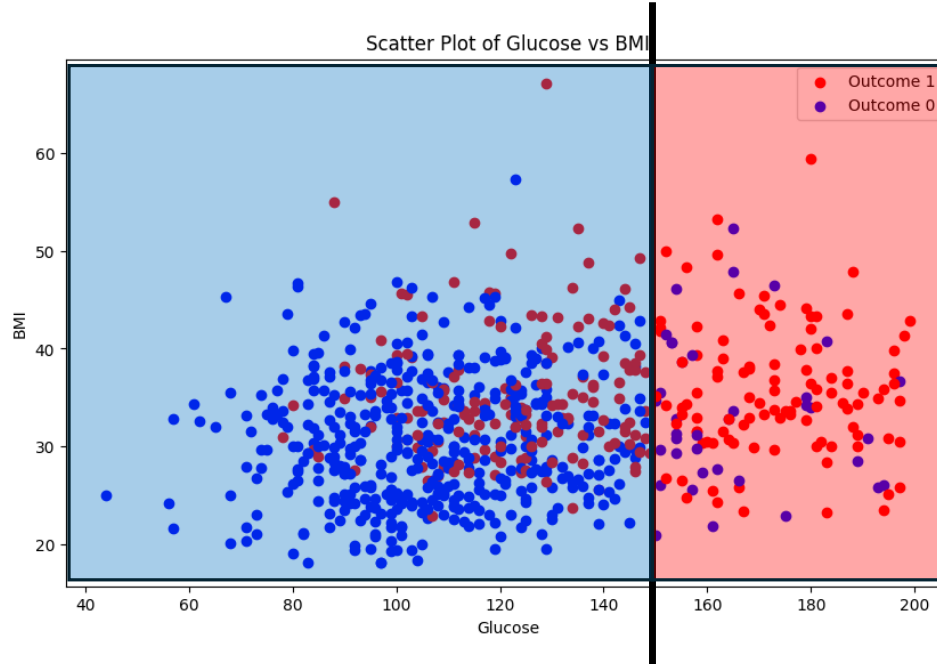


Αλγόριθμος:

$X_2 \geq 45$: κόκκινο

$X_2 < 45$: μπλέ

Πρώτος Αλγόριθμος: Δέντρο Απόφασης



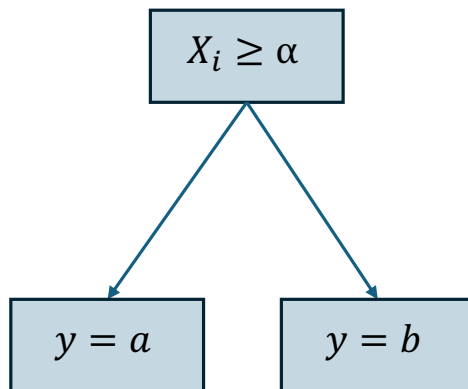
Αλγόριθμος:

$X_1 \geq 150$: κόκκινο

$X_1 < 150$: μπλέ

Γενικός Αλγόριθμος: Δέντρα Απόφασης

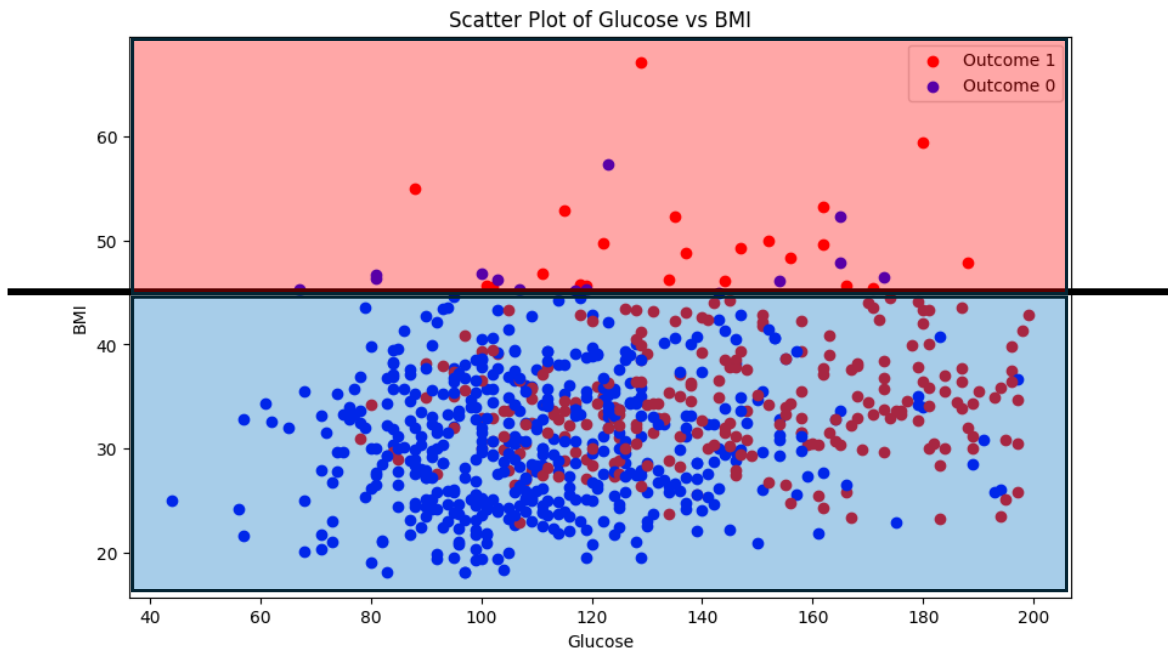
Δέντρο απόφασης με βάθος = 1



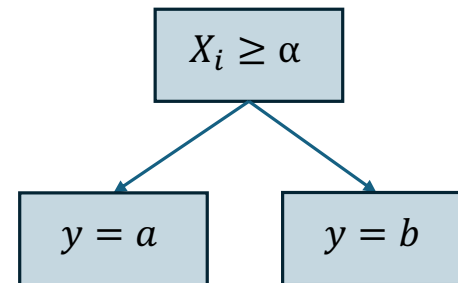
Έχουμε 4 παραμέτρους:

- (1) i
- (2) α
- (3) a
- (4) b

Πρώτος Αλγόριθμος: Δέντρο Απόφασης



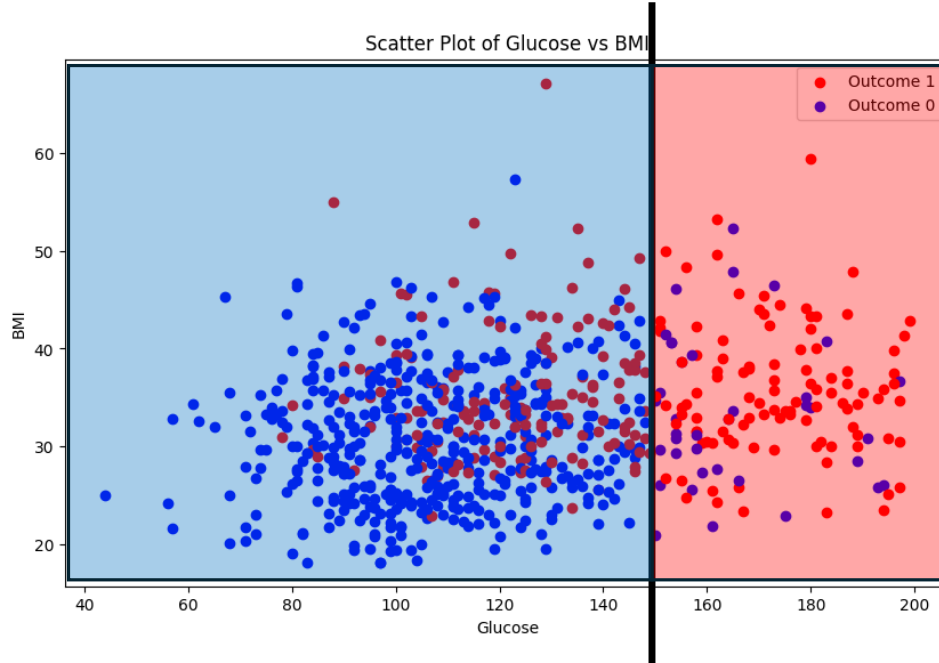
Δέντρο απόφασης με βάθος = 1



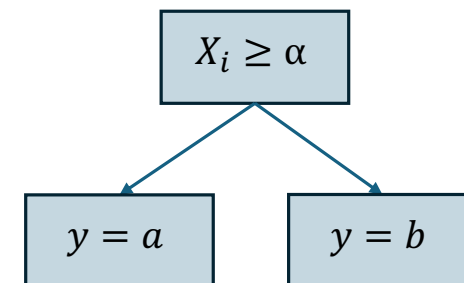
Έχουμε 4 παραμέτρους:

- (1) $i = 2$
- (2) $\alpha = 45$
- (3) $a = \text{μπλέ}$
- (4) $b = \text{κόκκινο}$

Πρώτος Αλγόριθμος: Δέντρο Απόφασης



Δέντρο απόφασης με βάθος = 1

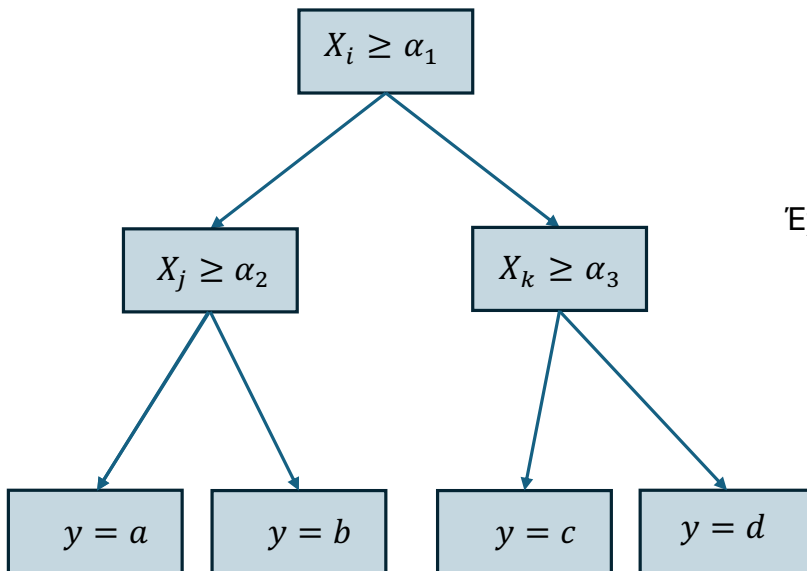


Έχουμε 4 παραμέτρους:

- (1) $i = 1$
- (2) $\alpha = 150$
- (3) $a = \text{μπλέ}$
- (4) $b = \text{κόκκινο}$

Γενικός Αλγόριθμος: Δέντρα Απόφασης

Δέντρο απόφασης με βάθος = 2



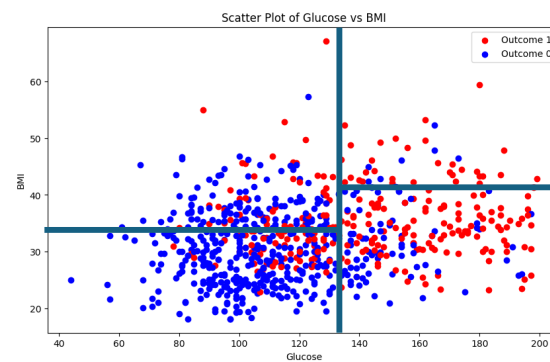
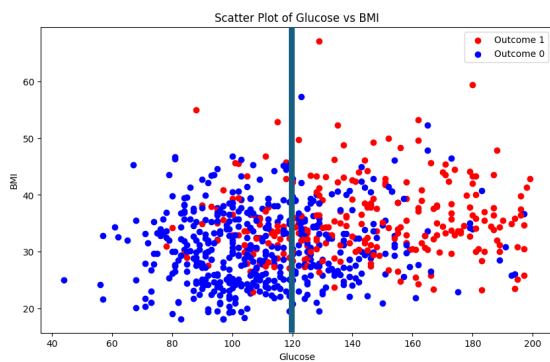
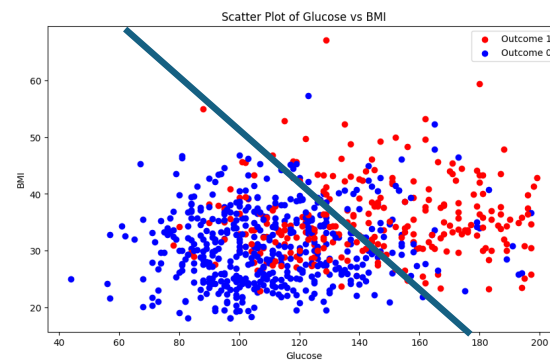
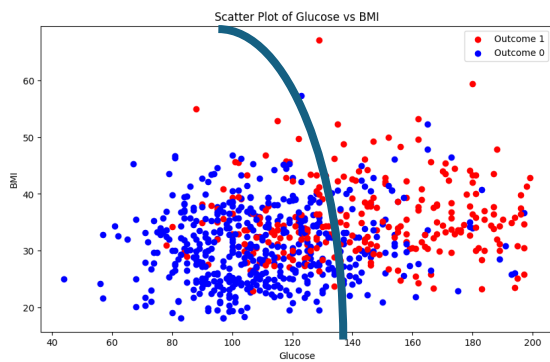
Έχουμε 10 παραμέτρους:

(1-3): i, j, k

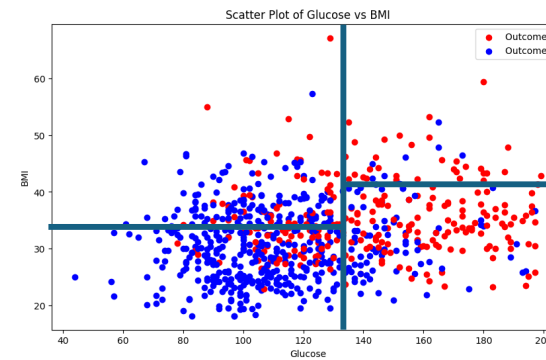
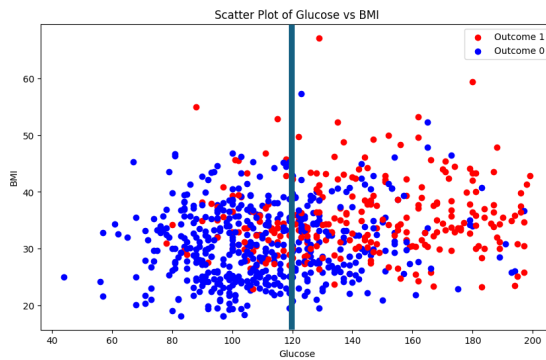
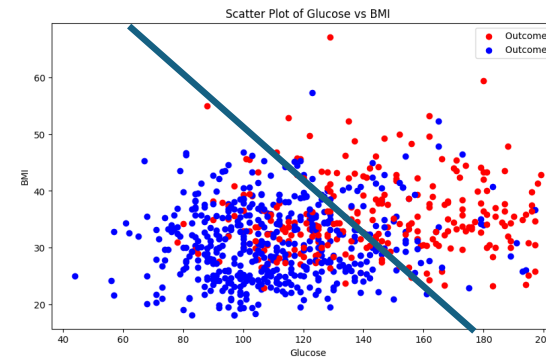
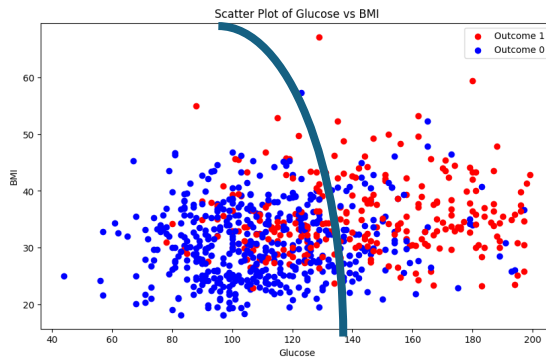
(4-6): $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$

(7-10) a, b, c, d

Ποια από τα παρακάτω είναι δέντρα απόφασης;

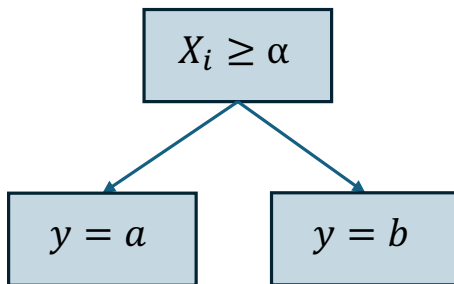


Ποια από τα παρακάτω είναι δέντρα απόφασης;



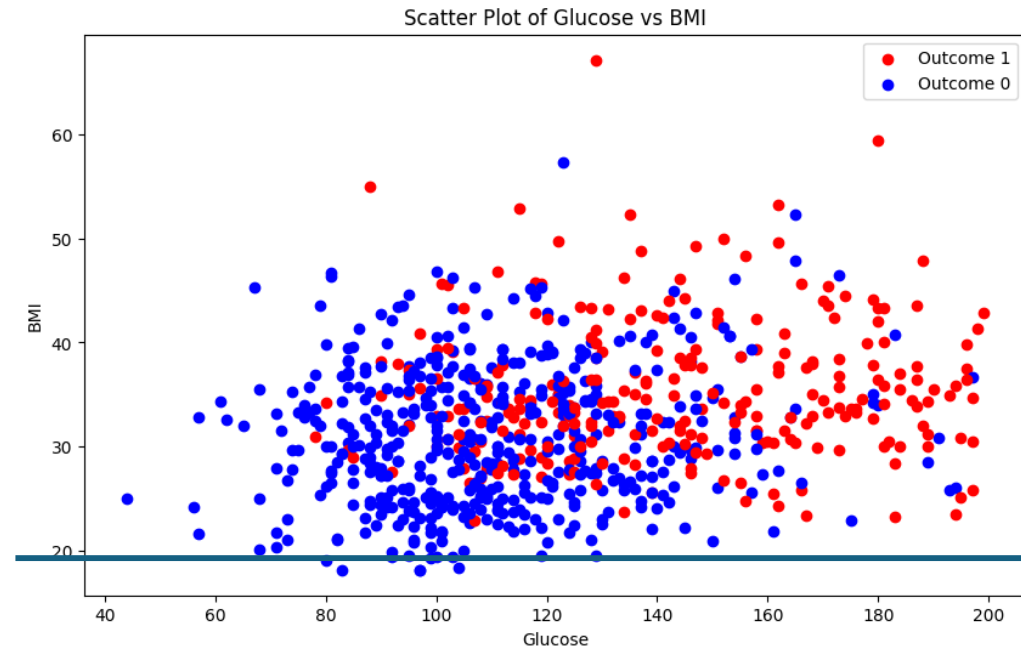
Το «καλύτερο» δέντρο βάθους 1

Δέντρο απόφασης με βάθος = 1



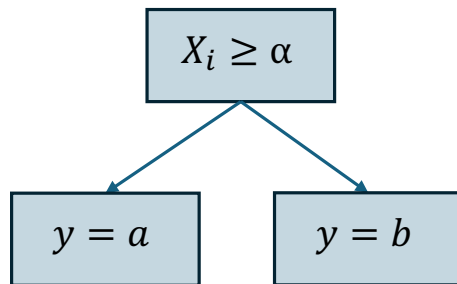
Έχουμε 4 παραμέτρους:

- (1) $i = 2$
- (2) $\alpha = 18$
- (3) $a = \text{μπλέ}$
- (4) $b = \text{κόκκινο}$



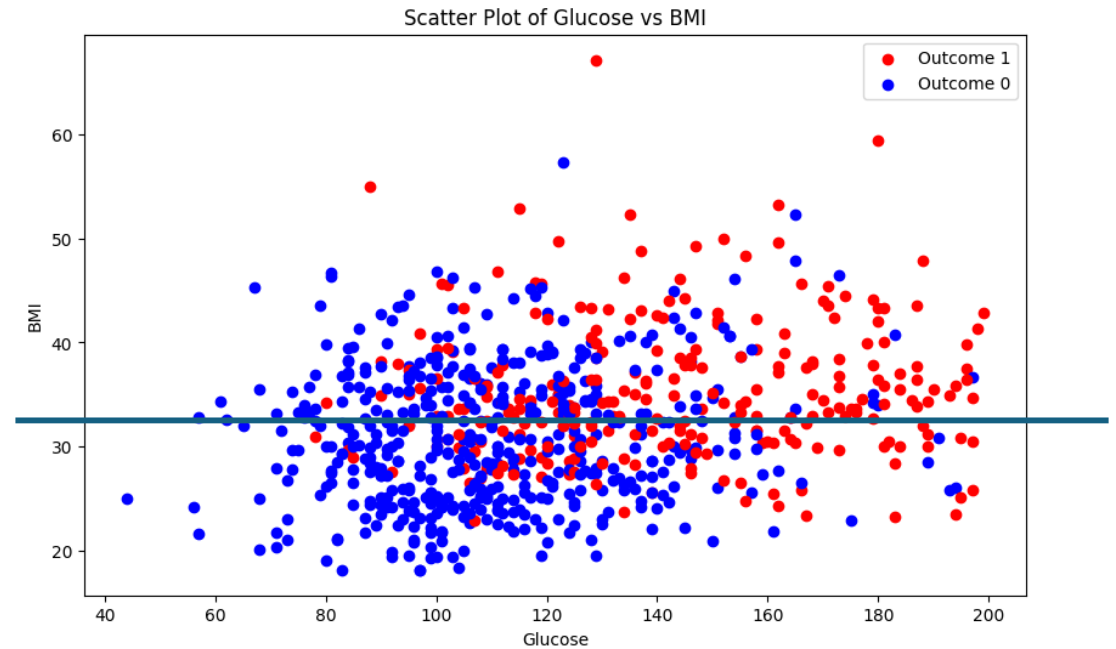
Το «καλύτερο» δέντρο βάθους 1

Δέντρο απόφασης με βάθος = 1



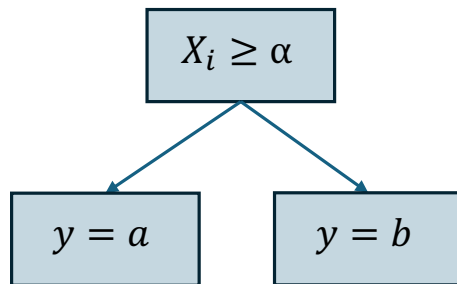
Έχουμε 4 παραμέτρους:

- (1) $i = 2$
- (2) $\alpha = 32$
- (3) $a = \text{μπλέ}$
- (4) $b = \text{κόκκινο}$



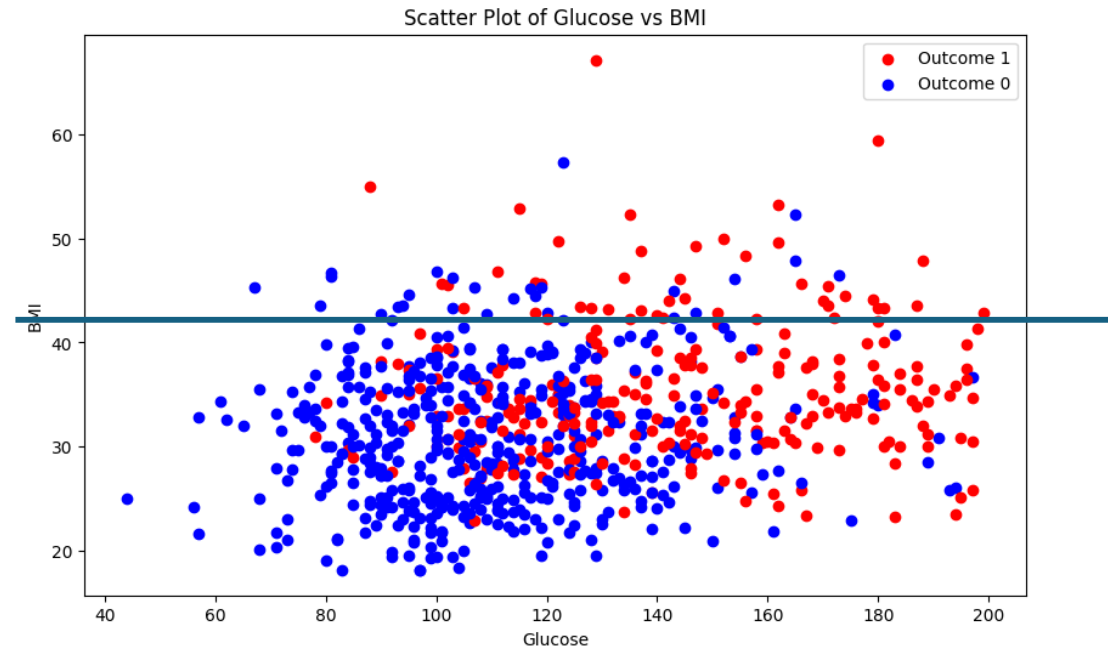
Το «καλύτερο» δέντρο βάθους 1

Δέντρο απόφασης με βάθος = 1



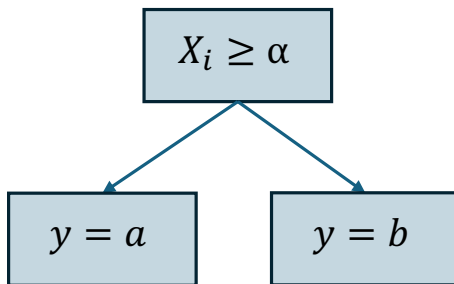
Έχουμε 4 παραμέτρους:

- (1) $i = 2$
- (2) $\alpha = 43$
- (3) $a = \text{μπλέ}$
- (4) $b = \text{κόκκινο}$



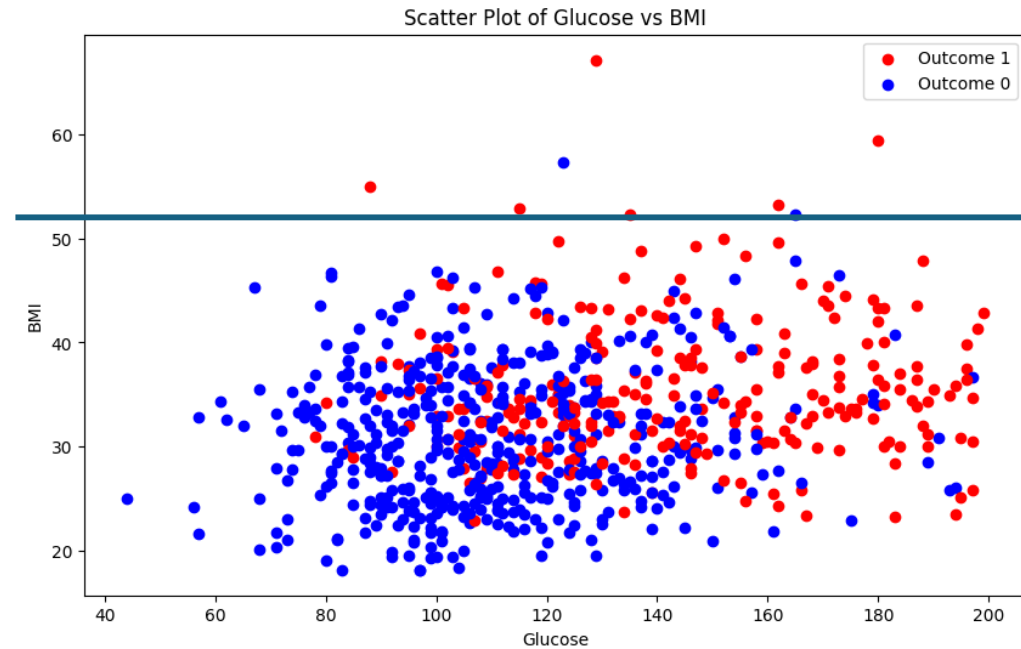
Το «καλύτερο» δέντρο βάθους 1

Δέντρο απόφασης με βάθος = 1



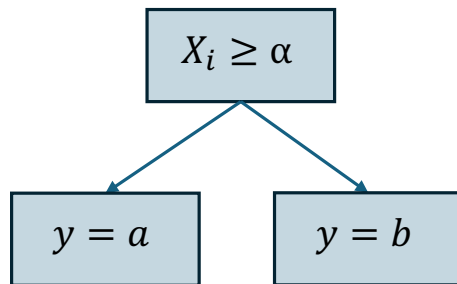
Έχουμε 4 παραμέτρους:

- (1) $i = 2$
- (2) $\alpha = 53$
- (3) $a = \text{μπλέ}$
- (4) $b = \text{κόκκινο}$



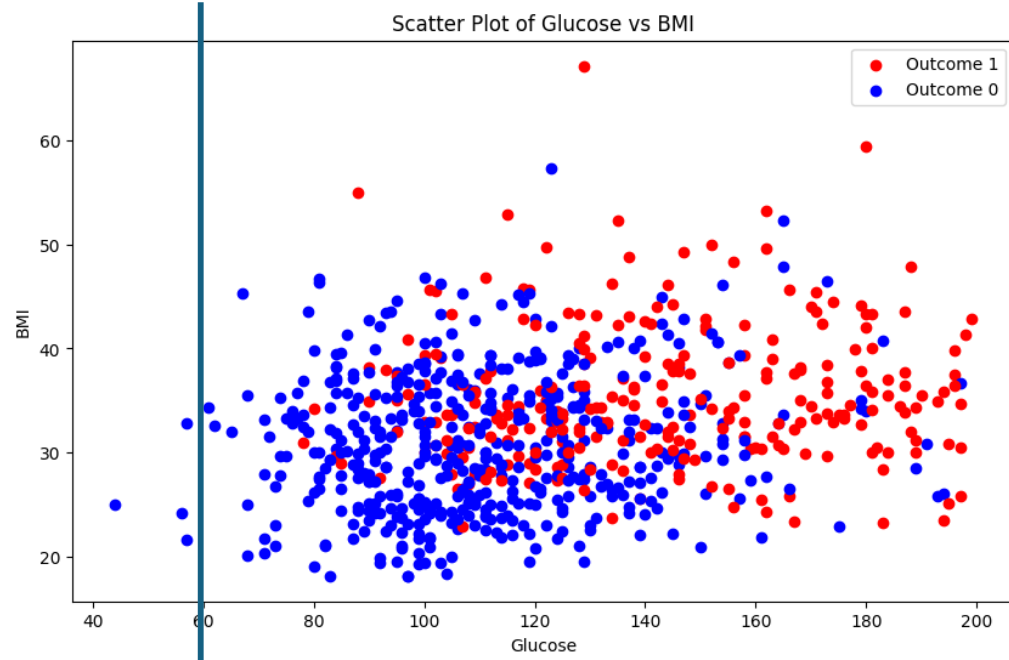
Το «καλύτερο» δέντρο βάθους 1

Δέντρο απόφασης με βάθος = 1



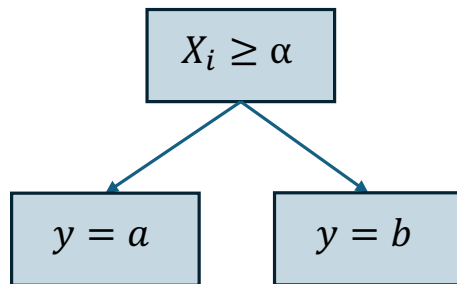
Έχουμε 4 παραμέτρους:

- (1) $i = 1$
- (2) $\alpha = 59$
- (3) $a = \text{μπλέ}$
- (4) $b = \text{κόκκινο}$



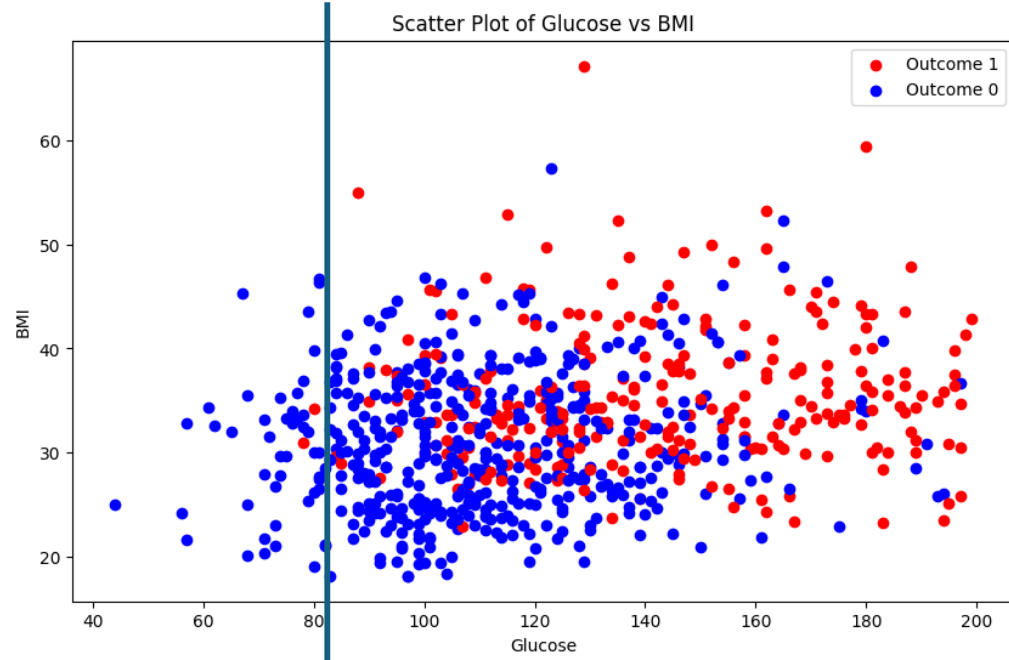
Το «καλύτερο» δέντρο βάθους 1

Δέντρο απόφασης με βάθος = 1



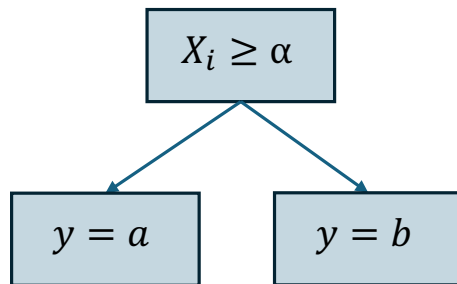
Έχουμε 4 παραμέτρους:

- (1) $i = 1$
- (2) $\alpha = 82$
- (3) $a = \text{μπλέ}$
- (4) $b = \text{κόκκινο}$



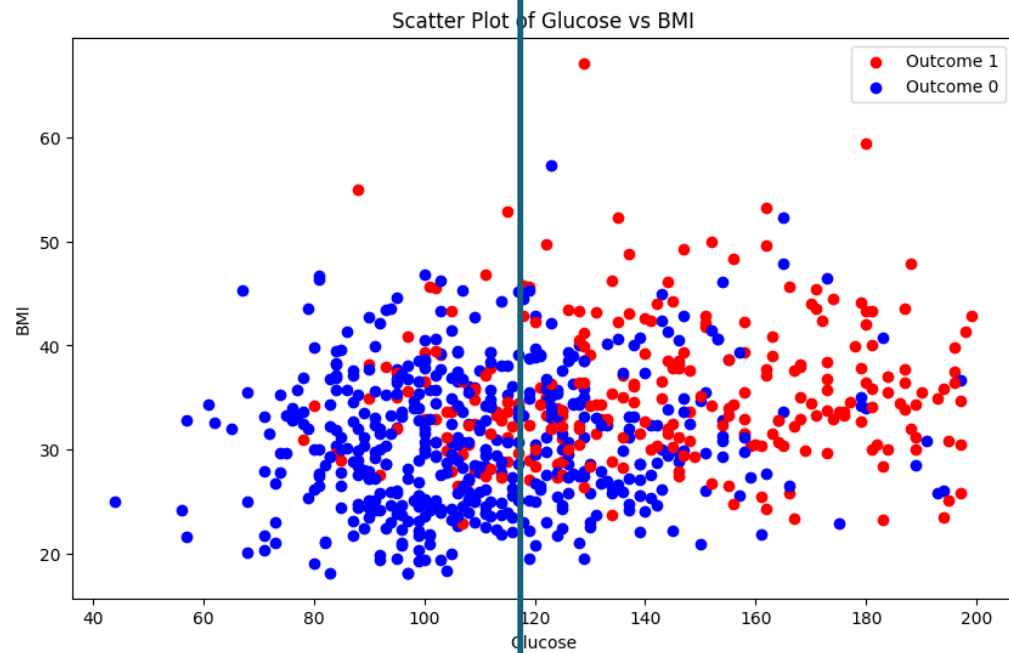
Το «καλύτερο» δέντρο βάθους 1

Δέντρο απόφασης με βάθος = 1



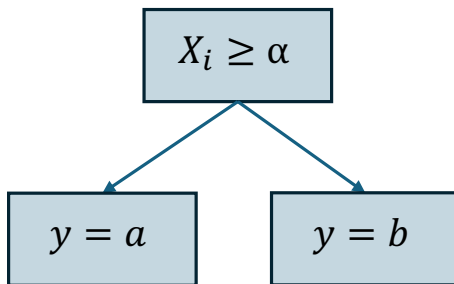
Έχουμε 4 παραμέτρους:

- (1) $i = 1$
- (2) $\alpha = 117$
- (3) $a = \text{μπλέ}$
- (4) $b = \text{κόκκινο}$



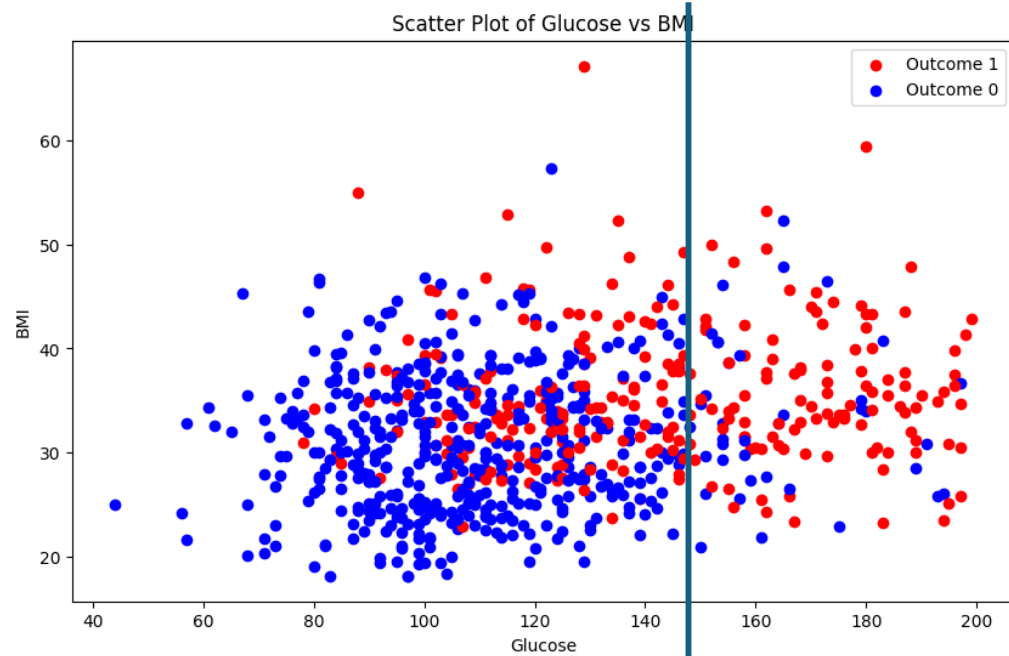
Το «καλύτερο» δέντρο βάθους 1

Δέντρο απόφασης με βάθος = 1



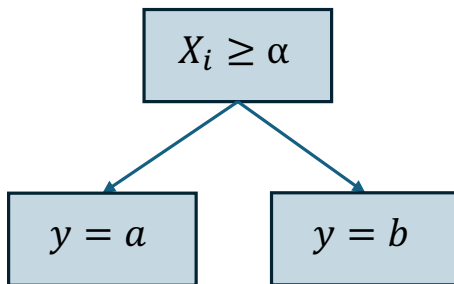
Έχουμε 4 παραμέτρους:

- (1) $i = 1$
- (2) $\alpha = 147$
- (3) $a = \text{μπλέ}$
- (4) $b = \text{κόκκινο}$



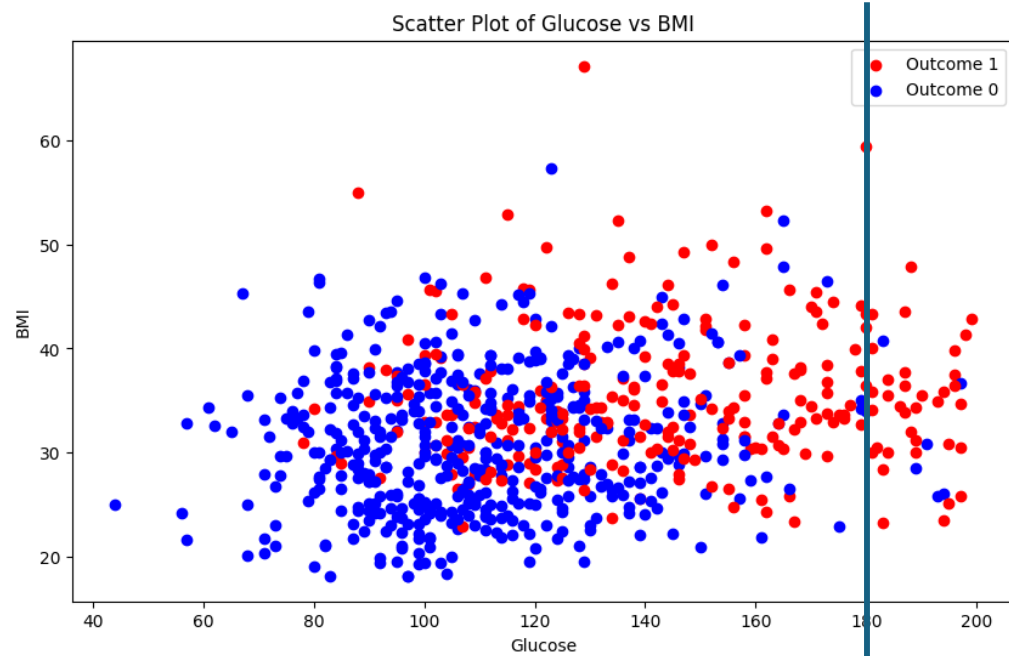
Το «καλύτερο» δέντρο βάθους 1

Δέντρο απόφασης με βάθος = 1

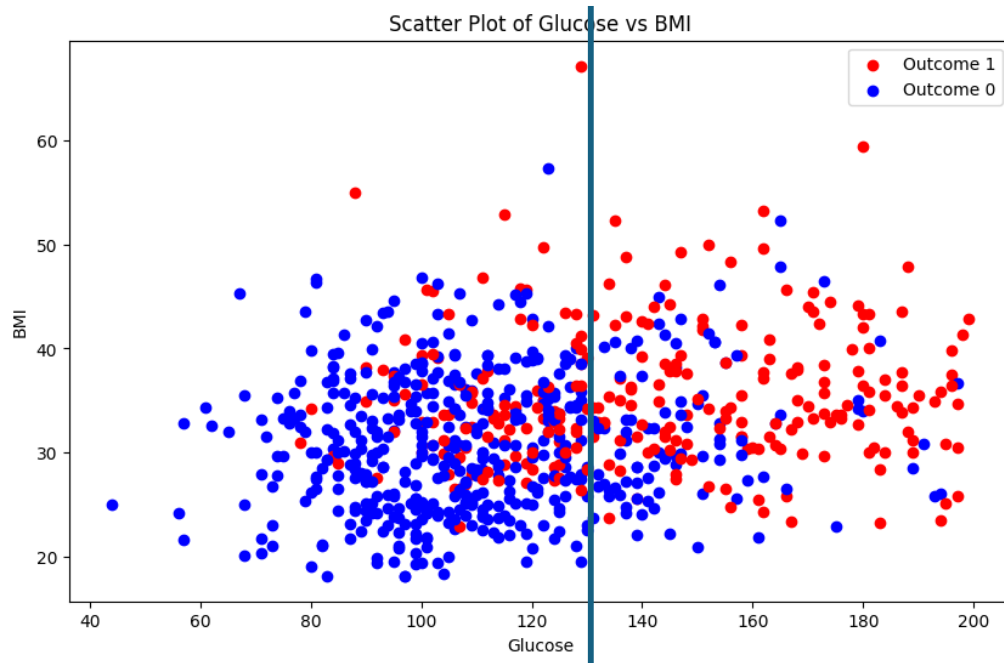


Έχουμε 4 παραμέτρους:

- (1) $i = 1$
- (2) $\alpha = 180$
- (3) $a = \text{μπλέ}$
- (4) $b = \text{κόκκινο}$



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 1

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

Εκπαίδευση Αλγορίθμου

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

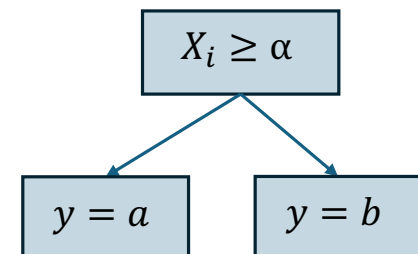
`mymodel = DecisionTrees(max_depth=1)`

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

`mymodel.fit(X,y)`

`mymodel.predict(x)`

Δέντρο απόφασης με βάθος = 1



Εκπαίδευση Αλγορίθμου

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

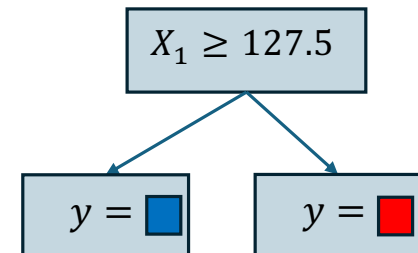
```
mymodel = DecisionTrees(max_depth=1)
```

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

```
mymodel.fit(X,y)
```

```
mymodel.predict(x)
```

Δέντρο απόφασης με βάθος = 1



Εκπαίδευση Αλγορίθμου

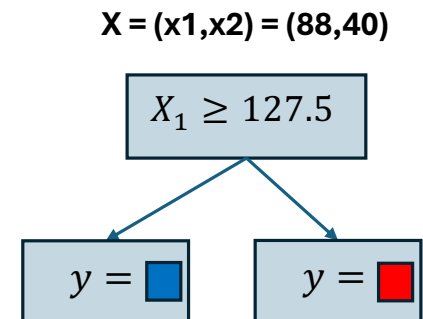
1. Επιλέγουμε την οικογένεια αλγορίθμων:
παράδειγμα – δέντρα απόφασης βάθους 1

```
mymodel = DecisionTrees(max_depth=1)
```

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

```
mymodel.fit(X,y)
```

```
mymodel.predict(x)
```



Εκπαίδευση Αλγορίθμου

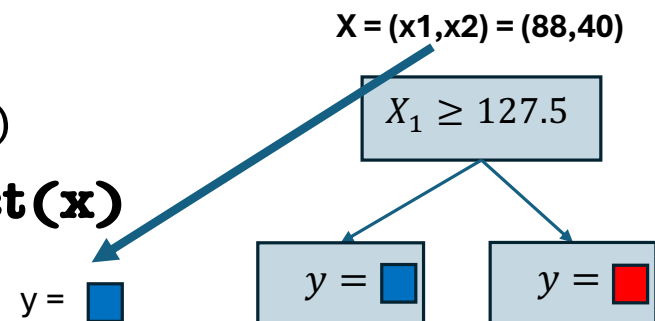
1. Επιλέγουμε την οικογένεια αλγορίθμων:
παράδειγμα – δέντρα απόφασης βάθους 1

```
mymodel = DecisionTrees(max_depth=1)
```

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

```
mymodel.fit(X,y)
```

```
mymodel.predict(x)
```



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

```
mymodel = DecisionTrees(max_depth=3)
```

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

```
mymodel.fit(X,y)
```

```
mymodel.predict(x)
```

Εκπαίδευση Αλγορίθμου

1. Επιλέγουμε την οικογένεια αλγορίθμων:
παράδειγμα – “logistic regression”

`mymodel =`

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

`mymodel.fit(X,y)`

`mymodel.predict(x)`

Εκπαίδευση Αλγορίθμου

1. Επιλέγουμε την οικογένεια αλγορίθμων:
παράδειγμα – “logistic regression”

```
mymodel = LogisticRegression()
```

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

```
mymodel.fit(X,y)
```

```
mymodel.predict(x)
```

Εκπαίδευση Αλγορίθμου

1. Επιλέγουμε την οικογένεια αλγορίθμων:
παράδειγμα – “Boosted Decision Trees”

`mymodel =`

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

`mymodel.fit(X,y)`

`mymodel.predict(x)`

Εκπαίδευση Αλγορίθμου

1. Επιλέγουμε την οικογένεια αλγορίθμων:
παράδειγμα – “Boosted Decision Trees”

```
mymodel = XGBClassifier()
```

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

```
mymodel.fit(X,y)
```

```
mymodel.predict(x)
```

Εκπαίδευση Αλγορίθμου

1. Επιλέγουμε την οικογένεια αλγορίθμων:
παράδειγμα – νευρωνικό δίκτυο που
σχεδιάσαμε

`mymodel =`

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

`mymodel.fit(X,y)`

`mymodel.predict(x)`

Εκπαίδευση Αλγορίθμου

1. Επιλέγουμε την οικογένεια αλγορίθμων:
παράδειγμα – νευρωνικό δίκτυο που
σχεδιάσαμε

```
mymodel = MyNeuralNet()
```

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

```
mymodel.fit(X,y)      train(mymodel)
```

```
mymodel.predict(x)    mymodel(x)
```