

.....

Protocollering hersenscans EPIC

Zelfbouw AI

Jaap Groen

9 april 2026

.....

Ordering MRI with AI Project OMA

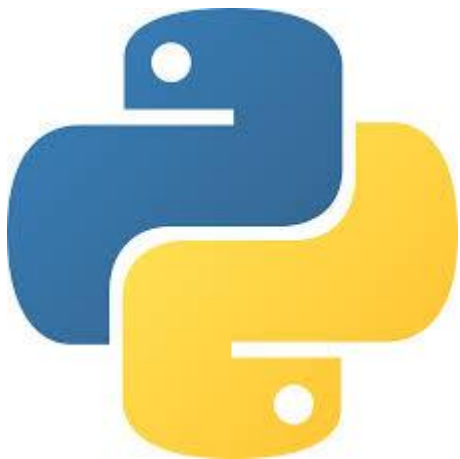
Jaap Groen

9 april 2026



Beter in Amsterdam

Aanleiding



Python

+



Online tutorial

=



Voorspelmodel

?

Project met data-science

Data IC patiënten → Voorspelmodel vochtbalans IC

Nieuw idee

Al op de radiologie, maar **niet met beelden?!?**



Data scientist



Radioloog



Klinisch fysicus

Huidige workflow: orderen door aanvrager

Indicatie

Klinische gegevens

Andere gegevens

MRI HERSENEN MET CONTRAST

✓ Accepteren ✗ Annuleren

Frequentie: **eenmalig**

Op
15-3-2023 **Vandaag** Morgen 10:15

Prioriteit: **Spoed** Routine **Spoed**

Referentielinks:

- protocol MRI hersenen MS (3 Tesla)
- protocol MRI hersenen toxoplasmose (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen meningioom bekend (3 Tesla)
- protocol MRI hersenen metastasen asymptomatisch (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen bloeding (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen RIP/abces (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen toxoplasmose (3 Tesla)
- protocol MRI hersenen metastasen symptomatisch/meningitis (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen metastasen asymptomatisch (3.0 Tesla)
- protocol MRI hersenen bloeding (3.0 Tesla)
- protocol MRI hersenen RIP/abces (3 Tesla)
- protocol MRI hersenen meningioom bekend (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen metastasen symptomatisch/meningitis (3.0 Tesla)
- protocol MRI hersenen kind tot 2 jaar (1.5 Tesla)

Indicatie: ☒ RIP/abces ☐ metastasen asymptomatisch ☐ metastasen symptomatisch ☐ meningitis ☐ MS
☐ ms natulizimab (1x/jaar met contrast) ☐ toxoplasmose ☐ bloeding ECI

Klinische gegevens:

Patiënt presenteert zichzelf met enorme buil. Is wel bekend bij de MS-poli in Oost, voor de zekerheid van de buil een MRI.

❗ Claustrofobie? (Patiënt kan vooraf kijken in de MRI / eventueel gebruik maken van de prisma bril)

❗ Cardiac Implanted Device/Corpus alienum/prothese/implantaat? (Alle implantaten moeten meer dan 6 weken geleden geplaatst zijn. Geef in de klinische gegevens het type, de locatie in het lichaam, het materiaal en de datum van de plaatsing op)

Gewicht > 120 kg?

❗ Allergie voor MRI contrastmiddel? (overleg vooraf met de radioloog)

Klasse:

Planningsinstructies: SmartText invoegen 100%

❗ Volgend verplicht item

Order koppelen

✓ Accepteren ✗ Annuleren

Pagina 5

9 april 2026

Project OMA

Huidige workflow: protocolleren door radioloog

Protocolwerklijst: Protocol: MRI Neuro 3m WEST, Totaal aantal: 67

Vernieuwen Weergaves Dossier Contact Rel. onderzoeken Onderzoekshistorie Balieorders Geef protocol Werklijst verbergen

Pr	Orderdatum	Afsprkdatum	Afsprktijd	Patiënt	MDN	Geslacht	Geb.dat	Verrichting	Aanvragend zorgverlener	Av afdeling
	14-03-2023	vr 17 mrt 2023	14:50			Man	14-06-1987	MRI HERSENEN MET CONTRAST		JT B8
	08-03-2023	ma 8 mei 2023	09:50			Vrouw	18-03-1961	MRI HERSENEN MET CONTRAST		OP Poli Neur
	14-03-2023	do 6 apr 2023	14:05			Vrouw	03-04-1963	MRI HERSENEN MET CONTRAST		OP Poli Neur
	30-05-2022	di 30 mei 2023	10:20			Vrouw	11-03-1961	MRI HERSENEN MET CONTRAST		JT Poli Neur
	10-03-2023	di 21 mrt 2023	15:35			Man	22-10-1949	MRI HERSENEN MET CONTRAST		OP Poli Neur
	10-03-2023	do 6 apr 2023	13:20			Vrouw	04-03-1994	MRI HERSENEN MET CONTRAST		OP Poli Neur
	09-03-2023	vr 9 jun 2023	11:05			Man	07-09-1939	MRI HERSENEN MET CONTRAST		JT Poli Neur
	08-03-2023	do 8 jun 2023	08:05			Man	20-08-1996	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT pol sport
	13-03-2023	vr 28 apr 2023	08:05			Vrouw	13-12-1996	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	13-03-2023	wo 3 mei 2023	12:20			Vrouw	02-10-1947	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		OP Poli Neur
	06-03-2023	vr 21 apr 2023	08:05			Vrouw	20-07-1948	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	10-03-2023	di 25 apr 2023	08:05			Vrouw	07-01-1966	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	14-03-2023	do 23 mrt 2023	15:20			Vrouw	06-05-1945	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	10-03-2023	vr 28 apr 2023	08:35			Vrouw	21-01-1958	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	08-03-2023	di 25 apr 2023	09:50			Vrouw	25-01-2005	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	14-03-2023	ma 1 mei 2023	17:35			Vrouw	26-10-1945	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		OP Poli Neur
	15-07-2022	ma 1 mei 2023	12:20			Vrouw	28-06-1975	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	14-03-2023	ma 1 mei 2023	08:05			Vrouw	28-10-1987	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	10-03-2023	ma 1 mei 2023	08:35			Vrouw	26-07-1989	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		OP Poli Neur
	09-03-2023	vr 28 apr 2023	12:50			Man	24-06-1947	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Geri
	07-03-2023	di 25 apr 2023	12:20			Vrouw	20-05-1981	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	10-03-2023	wo 26 apr 2023	08:35			Vrouw	22-04-2002	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	06-03-2023	di 9 mei 2023	12:20			Man	15-04-1943	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		OP Poli Neur
	14-03-2023	wo 26 apr 2023	16:35			Man	24-01-1973	MRI SWK STANDAARD		JT Poli Neur

Protocol Details

MRI HERSENEN MET CONTRAST

Abdi, A.

Afspraak: 17-3-23, 14:50, MRI3T

Orderprioriteit: Routine

Parameters

Vragen

Indicatie: MS

Klinische gegevens: RIP/abces

Progressieve loopstoornis, ataxie linker arm en been, draaiduizeligheid, hoofdpijn

Demyelinisatie? Inflammatie? Paraneoplastisch? RIP? Andere pathologie? Nee

Claustrofobie? (Patiënt kan vooraf kijken in de MRI / eventueel gebruik maken van de prisma bril)

Cardiac Implanted Device/Corpus alienum/prothese/implantaat? (Alle implantaten moeten meer dan 6 weken geleden geplaatst zijn. Geef in de klinische gegevens het type, de locatie in het lichaam, het materiaal en de datum van de plaatsing op)

ms met contrast

bloeding ECI

meningitis

metastasen asymptomatisch

metastasen symptomatisch

Gewenste workflow: orderen

MRI HERSENEN MET CONTRAST ✓ Accepteren ✗ Annuleren

Frequentie: **eenmalig**

Op: 15-3-2023 Vandaag Morgen 10:15

Prioriteit: Spoed Routine Spoed

Referentielinks:

- protocol MRI hersenen MS (3 Tesla)
- protocol MRI hersenen toxoplasmose (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen meningoïom bekend (3 Tesla)
- protocol MRI hersenen metastasen asymptomatisch (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen bloeding (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen RIP/abces (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen toxoplasmose (3 Tesla)
- protocol MRI hersenen metastasen symptomatisch/meningitis (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen metastasen asymptomatisch (3.0 Tesla)
- protocol MRI hersenen bloeding (3.0 Tesla)
- protocol MRI hersenen RIP/abces (3 Tesla)
- protocol MRI hersenen meningoïom bekend (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen metastasen symptomatisch/meningitis (3.0 Tesla)
- protocol MRI hersenen kind tot 2 jaar (1.5 Tesla)

Indicatie: ☒ RIP/abces ☐ metastasen asymptomatisch ☐ metastasen symptomatisch ☐ meningitis ☐ MS ☐ ms natulizimab (1x/jaar met contrast) ☐ toxoplasmose ☐ bloeding ECI

Klinische gegevens: Patiënt presenteert zichzelf met enorme buil. Is wel bekend bij de MS-poli in Oost, voor de zekerheid van de buil een MRI.

1 Claustrofobie? (Patiënt kan vooraf kijken in de MRI / eventueel gebruik maken van de prisma bril) Nee Ja

1 Cardiac Implanted Device/Corpus alienum/prothese/implantaat? (Alle implantaten moeten meer dan 6 weken geleden geplaatst zijn. Geef in de klinische gegevens het type, de locatie in het lichaam, het materiaal en de datum van de plaatsing op) Nee Ja

Gewicht > 120 kg? Nee Ja

1 Allergie voor MRI contrastmiddel? (overleg vooraf met de radioloog) Nee Ja (geef patiënt recept met profylaxe en instructies mee)

Klasse: Extern Klinisch Poliklinisch SEH Zorgdomein

Planningsinstructies: abc ↶ ↷ ? ? + SmartText invoegen ↵ ⇒ ⇌ 100%

1 Volgend verplicht item Order koppelen ✓ Accepteren ✗ Annuleren



MRI HERSENEN MET CONTRAST ✓ Accepteren ✗ Annuleren

Frequentie: **eenmalig**

Op: 15-3-2023 Vandaag Morgen 10:15

Prioriteit: Spoed Routine Spoed

Referentielinks:

- protocol MRI hersenen MS (3 Tesla)
- protocol MRI hersenen toxoplasmose (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen meningoïom bekend (3 Tesla)
- protocol MRI hersenen metastasen asymptomatisch (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen bloeding (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen RIP/abces (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen toxoplasmose (3 Tesla)
- protocol MRI hersenen metastasen symptomatisch/meningitis (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen metastasen asymptomatisch (3.0 Tesla)
- protocol MRI hersenen bloeding (3.0 Tesla)
- protocol MRI hersenen RIP/abces (3 Tesla)
- protocol MRI hersenen meningoïom bekend (1.5 Tesla)
- protocol MRI hersenen metastasen symptomatisch/meningitis (3.0 Tesla)
- protocol MRI hersenen kind tot 2 jaar (1.5 Tesla)

Indicatie: ☒ RIP/abces ☐ metastasen asymptomatisch ☐ metastasen symptomatisch ☐ meningitis ☐ MS ☐ ms natulizimab (1x/jaar met contrast) ☐ toxoplasmose ☐ bloeding ECI

Klinische gegevens: Patiënt presenteert zichzelf met enorme buil. Is wel bekend bij de MS-poli in Oost, voor de zekerheid van de buil een MRI.

1 Claustrofobie? (Patiënt kan vooraf kijken in de MRI / eventueel gebruik maken van de prisma bril) Nee Ja

1 Cardiac Implanted Device/Corpus alienum/prothese/implantaat? (Alle implantaten moeten meer dan 6 weken geleden geplaatst zijn. Geef in de klinische gegevens het type, de locatie in het lichaam, het materiaal en de datum van de plaatsing op) Nee Ja

Gewicht > 120 kg? Nee Ja

1 Allergie voor MRI contrastmiddel? (overleg vooraf met de radioloog) Nee Ja (geef patiënt recept met profylaxe en instructies mee)

Klasse: Extern Klinisch Poliklinisch SEH Zorgdomein

Planningsinstructies: abc ↶ ↷ ? ? + SmartText invoegen ↵ ⇒ ⇌ 100%

1 Volgend verplicht item Order koppelen ✓ Accepteren ✗ Annuleren

Gewenste workflow: protocolleren

Protocolwerklĳst: Protocol: MRI Neuro 3m WEST, Totaal aantal: 67

Vernieuwen Weergaves Dossier Contact Rel. onderzoeken Onderzoekshistorie Balieorders Geef protocol Werkĳst verbergen

Pr	Orderdatum	Afsprkdatum	Afsprktjd	Patiënt	MDN	Geslacht	Geb.dat	Verrichting	Aanvragend zorgverlener	Av afdeling
	14-03-2023	vr 17 mrt 2023	14:50			Man	14-06-1987	MRI HERSENEN MET CONTRAST		JT B8
	08-03-2023	ma 8 mei 2023	09:50			Vrouw	18-03-1961	MRI HERSENEN MET CONTRAST		OP Poli Neur
	14-03-2023	do 6 apr 2023	14:05			Vrouw	03-04-1963	MRI HERSENEN MET CONTRAST		OP Poli Neur
	30-05-2022	di 30 mei 2023	10:20			Vrouw	11-03-1961	MRI HERSENEN MET CONTRAST		JT Poli Neur
	10-03-2023	di 21 mrt 2023	15:35			Man	22-10-1949	MRI HERSENEN MET CONTRAST		OP Poli Neur
	10-03-2023	do 6 apr 2023	13:20			Vrouw	04-03-1994	MRI HERSENEN MET CONTRAST		OP Poli Neur
	09-03-2023	vr 9 jun 2023	11:05			Man	07-09-1939	MRI HERSENEN MET CONTRAST		JT Poli Neur
	08-03-2023	do 8 jun 2023	08:05			Man	20-08-1996	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT pol sport
	13-03-2023	vr 28 apr 2023	08:05			Vrouw	13-12-1996	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	13-03-2023	wo 3 mei 2023	12:20			Vrouw	02-10-1947	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		OP Poli Neur
	06-03-2023	vr 21 apr 2023	08:05			Vrouw	20-07-1948	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	10-03-2023	di 25 apr 2023	08:05			Vrouw	07-01-1966	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	14-03-2023	do 23 mrt 2023	15:20			Vrouw	06-05-1945	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	10-03-2023	vr 28 apr 2023	08:35			Vrouw	21-01-1958	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	08-03-2023	di 25 apr 2023	09:50			Vrouw	25-01-2005	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	14-03-2023	ma 1 mei 2023	17:35			Vrouw	26-10-1945	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		OP Poli Neur
	15-07-2022	ma 1 mei 2023	12:20			Vrouw	28-06-1975	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	14-03-2023	ma 1 mei 2023	08:05			Vrouw	28-10-1987	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	10-03-2023	ma 1 mei 2023	08:35			Vrouw	26-07-1989	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		OP Poli Neur
	09-03-2023	vr 28 apr 2023	12:50			Man	24-06-1947	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Geri
	07-03-2023	di 25 apr 2023	12:20			Vrouw	20-05-1981	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	10-03-2023	wo 26 apr 2023	08:35			Vrouw	22-04-2002	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		JT Poli Neur
	06-03-2023	di 9 mei 2023	12:20			Man	15-04-1943	MRI HERSENEN ZONDER CONT...		OP Poli Neur
	14-03-2023	wo 26 apr 2023	16:35			Man	24-01-1973	MRI SWK STANDDAARD		JT Poli Neur

Protocol Details Prior Protocols

MRI HERSENEN MET CONTRAST

Abdi, A.

Afspraak: 17-3-23, 14:50, MRI3T

Orderprioriteit: Routine

Parameters

Vragen

Indicatie:

Klinische gegevens:

Claustrofobie? (Patiënt kan vooraf kijken in de MRI / eventueel gebruik van de prisma bril)

Cardiac Implanted Device/Corpus alienum/prothese/implantaat? (Alle implantaten moeten meer dan 6 weken geleden geplaatst zijn. Geef in de klinische gegevens het type, de locatie in het lichaam, het materiaal en de datum van de plaatsing op)

Project OMA

9 april 2026

MRI HERSENEN MC

Scan protocol

Comments

RIP / abces / onco

ms met contrast

bloeding ECI

meningitis

metastasen asymptomatisch

metastasen symptomatisch

Aanpak



Data

Data uit Epic

- Klinische gegevens uit order
- Geselecteerde scanprotocol

Selectie van actieve scanprotocollen met voldoende data:

Jaren ▼							Scanprotocol ▼ Aantal	
2018 2019 2020 2021 2022 Eindtotaal								
Scan protocol ▼								
metastasen	746	757	701	401		2605	metastasen	2605
ms	633	714	496	263		2106	ms	2106
RIP / abces / onco	403	499	448	364	277	1991	RIP / abces / onco	1991
ms met contrast			5	355	280	640	ms met contrast	640
metastasen symptomatisch				140	308	448	metastasen symptomatisch	448
metastasen asymptomatisch				64	172	236	metastasen asymptomatisch	236
meningitis	2			11	52	65	meningitis	65
hersenmetastase	59					59	hersenmetastase	59
RIP	47					47	RIP	47
bloeding ECI				12	28	40	bloeding ECI	40
meekijken	13					13	meekijken	13
metastasen (snel)	2					2	metastasen (snel)	2
Eindtotaal	1905	1970	1650	1610	1117	8252	Eindtotaal	8252

Pre-processing

Strippen van:

- Leestekens
- Getallen
- Stopwoorden
- Korte woorden (afkortingen)

“Verkeerde” input erin gebleven, zoals: *Graag binnen 3 weken uitvoeren!*

```
1  def preprocess_text(notes):
2      new_notes = []
3      for note in notes:
4          note = note.lower()
5          note = note.strip()
6          note = strip_punctuation(note) # Verwijder leestekens
7          note = strip_digits(note) # Verwijder getallen
8          note = tokenize(note) # Maak lijst van woorden
9          note = remove_stopwords(note) # Verwijder stopwoorden
10         note = remove_short(note) # Verwijder korte woorden
11         note = ' '.join(note)
12         new_notes.append(note)
13     return new_notes
14
15
16 def strip_accents(s):
17     return ''.join(c for c in unicodedata.normalize('NFD', s) if unicodedata.category(c) != 'Mn')
18
19 def strip_punctuation(s):
20     # s is string
21     return ''.join(char for char in s if char not in string.punctuation)
22
23 def strip_digits(s, sub=''):
24     # s is string
25     return re.sub('\d+', sub, s)
26
27 def tokenize(s):
28     # s is string
29     return word_tokenize(s)
30
31 def remove_stopwords(s, language='dutch'):
32     # s is list of words
33     stopwords_list = stopwords.words(language)
34     return [token for token in s if token not in stopwords_list]
35
36 def remove_short(s, min_length=4):
37     # s is list of words
38     return [token for token in s if len(token) >= min_length]
```

Training & evaluatie

Recall: How many positive instances have been found out of all positive instances?

Precision: if the model predicts a hit, what percentage is correct?

```
1 # Create vectorizer
2 vectorizer = TfidfVectorizer(min_df=1, max_features=4000, ngram_range=(1,1))
3
4 # Vectorize notes
5 train_vecs = vectorizer.fit_transform(train_notes)
6 test_vecs = vectorizer.transform(test_notes)
7
8 print(train_vecs.shape)
```

```
1 logreg.fit(train_vecs, train_labels)
2 preds = logreg.predict(test_vecs)
3 print(classification_report(test_labels, preds))
4
5 auc = roc_auc_score(test_labels, logreg.predict_proba(test_vecs), multi_class='ovr')
6 print('AUC score: ', round(auc, 3))
```

	precision	recall	f1-score	support
RIP / abces / onco	0.75	0.95	0.84	509
metastasen asymptomatisch	0.77	0.56	0.65	105
metastasen symptomatisch	0.61	0.29	0.39	160
ms met contrast	0.95	0.84	0.89	225
accuracy			0.78	999
macro avg	0.77	0.66	0.69	999
weighted avg	0.77	0.78	0.76	999

AUC score: 0.916

Training & evaluatie

Recall: How many positive instances have been found out of all positive instances?

Precision: if the model predicts a hit, what percentage is correct?

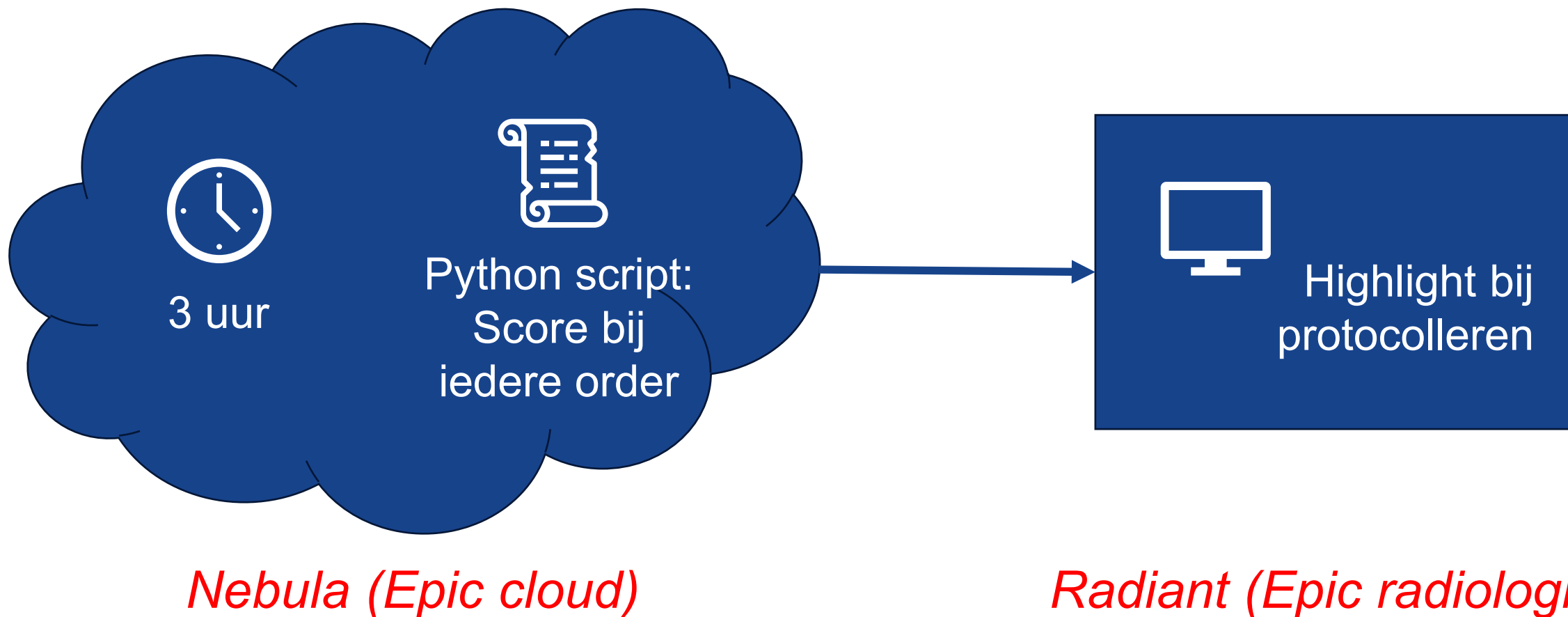
```
1 # Create vectorizer
2 vectorizer = TfidfVectorizer(min_df=1, max_features=4000, ngram_range=(1,1))
3
4 # Vectorize notes
5 train_vecs = vectorizer.fit_transform(train_notes)
6 test_vecs = vectorizer.transform(test_notes)
7
8 print(train_vecs.shape)
```

```
1 logreg.fit(train_vecs, train_labels)
2 preds = logreg.predict(test_vecs)
3 print(classification_report(test_labels, preds))
4
5 auc = roc_auc_score(test_labels, logreg.predict_proba(test_vecs), multi_class='ovr')
6 print('AUC score: ', round(auc, 3))
```

	precision	recall	f1-score	support
RIP / abces / onco	0.75	0.95	0.84	509
metastasen asymptomatisch	0.77	0.56	0.65	105
metastasen symptomatisch	0.61	0.29	0.39	160
ms met contrast	0.95	0.84	0.89	225
accuracy			0.78	999
macro avg	0.77	0.66	0.69	999
weighted avg	0.77	0.78	0.76	999

AUC score: 0.916

Implementatie



Succesfactoren

- Een data scientist met goede kennis!
- Een betrokken medisch specialist!
- Data
- Geschikte omgeving

.....

afsluiting
: dank voor je aandacht