

L'Intelligence Artificielle

Palais de la Découverte



Définition ?

Définition ?

Définir « intelligence artificielle » : Artificiel, OK. Intelligence ?

Définition ?

Définir « intelligence artificielle » : Artificiel, OK. Intelligence ?

Quelques pistes :

Définition ?

Définir « intelligence artificielle » : Artificiel, OK. Intelligence ?

Quelques pistes :

- Meilleurs résultats

Définition ?

Définir « intelligence artificielle » : Artificiel, OK. Intelligence ?

Quelques pistes :

- Meilleurs résultats « Si c'est bête mais que ça marche... »

Définition ?

Définir « intelligence artificielle » : Artificiel, OK. Intelligence ?

Quelques pistes :

- Meilleurs résultats « Si c'est bête mais que ça marche... »
- Faculté d'adaptation

Définition ?

Définir « intelligence artificielle » : Artificiel, OK. Intelligence ?

Quelques pistes :

- Meilleurs résultats « Si c'est bête mais que ça marche... »
- Faculté d'adaptation « La définition de la folie... »

Définition ?

Définir « intelligence artificielle » : Artificiel, OK. Intelligence ?

Quelques pistes :

- Meilleurs résultats « Si c'est bête mais que ça marche... »
- Faculté d'adaptation « La définition de la folie... »
- (Auto-)apprentissage

Définition ?

Définir « intelligence artificielle » : Artificiel, OK. Intelligence ?

Quelques pistes :

- Meilleurs résultats « Si c'est bête mais que ça marche... »
- Faculté d'adaptation « La définition de la folie... »
- (Auto-)apprentissage Ex : Démarche expérimentale

Définition ?

Définir « intelligence artificielle » : Artificiel, OK. Intelligence ?

Quelques pistes :

- Meilleurs résultats « Si c'est bête mais que ça marche... »
- Faculté d'adaptation « La définition de la folie... »
- (Auto-)apprentissage Ex : Démarche expérimentale

« L'informatique consiste à faire bien automatiquement tout ce que les humains font mal manuellement.

Définition ?

Définir « intelligence artificielle » : Artificiel, OK. Intelligence ?

Quelques pistes :

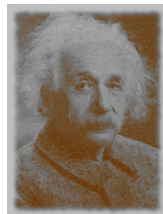
- Meilleurs résultats « Si c'est bête mais que ça marche... »
- Faculté d'adaptation « La définition de la folie... »
- (Auto-)apprentissage Ex : Démarche expérimentale

« L'informatique consiste à faire bien automatiquement tout ce que les humains font mal manuellement.

...l'intelligence artificielle, c'est le contraire. »

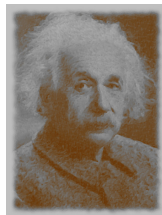
Difficulté relative

Question | $\sqrt{51\,529}$? Qui est-ce ?



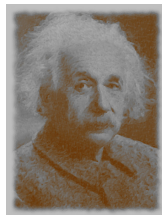
Difficulté relative

Question	$\sqrt{51\,529}$?	Qui est-ce ?
Humain		



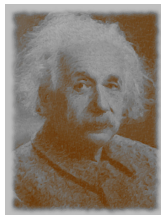
Difficulté relative

Question	$\sqrt{51\,529}$?	Qui est-ce ?
Humain	Heu...	



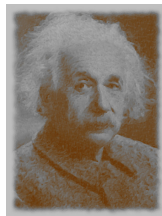
Difficulté relative

Question	$\sqrt{51\,529}$?	Qui est-ce ?
Humain	Heu...	Albert Einstein



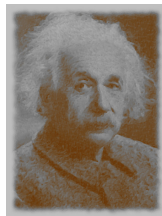
Difficulté relative

Question	$\sqrt{51\,529}$?	Qui est-ce ?
Humain	Heu...	Albert Einstein
Google		



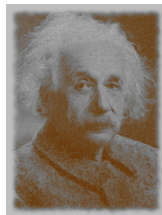
Difficulté relative

Question	$\sqrt{51\,529}$?	Qui est-ce ?
Humain	Heu...	Albert Einstein
Google	227	



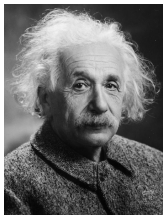
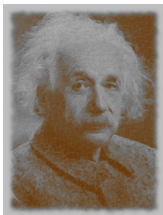
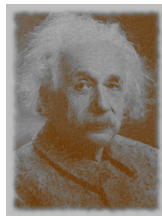
Difficulté relative

Question	$\sqrt{51\,529}$?	Qui est-ce ?
Humain	Heu...	Albert Einstein
Google	227	"autoportrait ?"



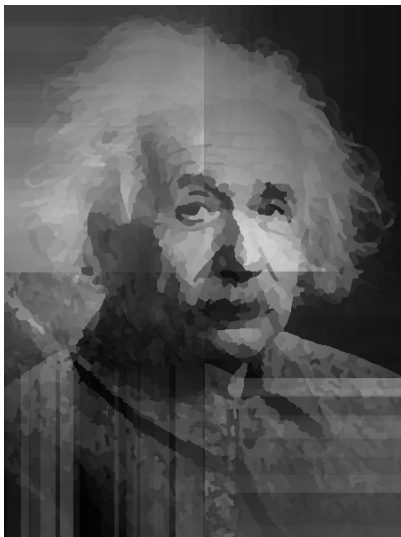
Difficulté relative

Question	$\sqrt{51\,529}$?	Qui est-ce ?
Humain	Heu...	Albert Einstein
Google	227	"autoportrait ?"



VS. $\sqrt{51\,529} \Leftrightarrow 227$

Difficulté relative (2021, 2023)



Difficulté relative (2021, 2023)

Google



pic.jpg ×

hair design



Q Tous

Images

Maps

Shopping

: Plus

Paramètres

Outils

Environ 2 résultats (0,77 secondes)

Taille de l'image :
450 × 600

Aucune autre taille d'image trouvée.

Recherche associée possible : [hair design](#)<https://www.planity.com> › Coiffeur › Sierentz ▾

Hair Design : Coiffeur à Sierentz - Planity

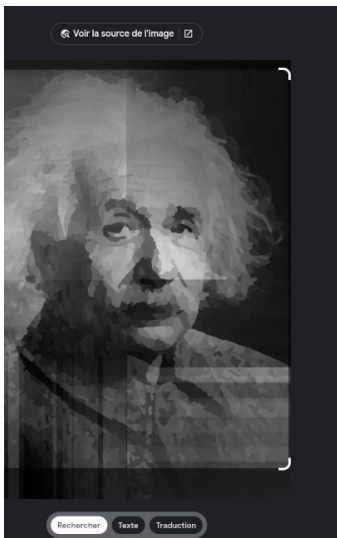
Réservation, adresse et horaires d'ouverture de **Hair Design**, coiffeur à Sierentz : RDV en ligne 24/7, service gratuit avec Planity.

<https://www.hairdesign.fr> ▾

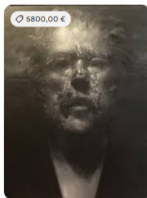
HAIR DESIGN Group

HAIR DESIGN Group : enseignes de coiffure professionnelles. hairStore (vente en ligne), Expert Coiffeur (Salon de coiffure). Découvrez nos enseignes et nos ...

Difficulté relative (2021, 2023)



Correspondances visuelles



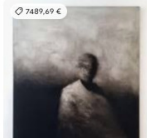
artspier.com
Gueule
En stock



bigwax.io
Avant/Après LP
En stock



1stdibs.com
Peter Milton Le portrait ovale 2016
Occasion



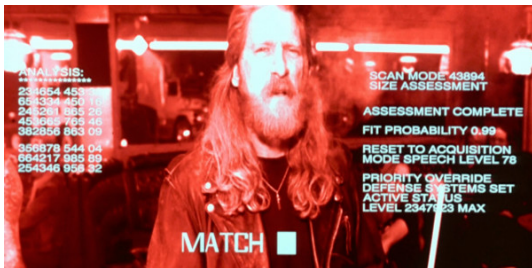
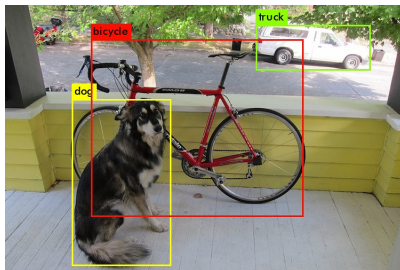
etsy.com
Morticia and Gomez Addams Family
Black and White Painting Print Poste...
5.0 ★(64) En stock



la-chambre-claire.fr
Marco Zanella : Scalandré
En stock



IA faible et IA forte



Le calcul de Leibniz

Gottfried Leibniz (1646–1716)



Le calcul de Leibniz

Gottfried Leibniz (1646–1716)

Characteristica universalis

Calculus ratiocinator



Le calcul de Leibniz

Gottfried Leibniz (1646–1716)

Characteristica universalis
Langage logique

Calculus ratiocinator



Le calcul de Leibniz

Gottfried Leibniz (1646–1716)

Characteristica universalis
Langage logique

Calculus ratiocinator
Système de raisonnement



Le calcul de Leibniz

Gottfried Leibniz (1646–1716)

Characteristica universalis
Langage logique

Calculus ratiocinator
Système de raisonnement



Calcuemus !

« *La seule façon de rectifier nos raisonnements est de les rendre aussi tangibles que ceux des mathématiciens, de sorte que nous puissions trouver nos erreurs d'un coup d'œil, et lorsqu'une dispute survient, de pouvoir simplement dire : « Calculons ! » [calcuemus], sans plus de discussion, pour savoir qui a raison.* »

Systemes experts

Systemes experts

Un système (un peu) expert

```
mortel(X) :- homme(X).  
homme(socrate).
```

Systemes experts

Un système (un peu) expert

```
mortel(X) :- homme(X).  
homme(socrate).
```

Une requête

```
?- mortel(Qui).
```

Systemes experts

Un système (un peu) expert

```
mortel(X) :- homme(X).  
homme(socrate).
```

Une requête

```
?- mortel(Qui).  
Qui = socrate.
```


L'Hiver de l'IA

L'Hiver de l'IA

1966 : Guerre froide

L'Hiver de l'IA

1966 : Guerre froide \Rightarrow \$\$\$ Traduction automatique

L'Hiver de l'IA

1966 : Guerre froide \Rightarrow \$\$\$ Traduction automatique

« *The spirit is willing, but the flesh is weak.* »

L'Hiver de l'IA

1966 : Guerre froide ⇒ \$\$\$ Traduction automatique

« *The spirit is willing, but the flesh is weak.* »

BIP : « *The vodka is good, but the meat is rotten.* »

Deux approches

Deux approches

Symbolique, mécaniste

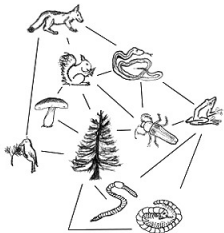
Deux approches

Symbolique, mécaniste

Émergente, connexionniste

Deux approches

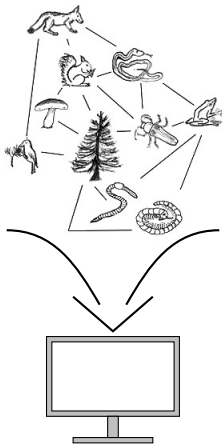
Symbolique, mécaniste



Émergente, connexionniste

Deux approches

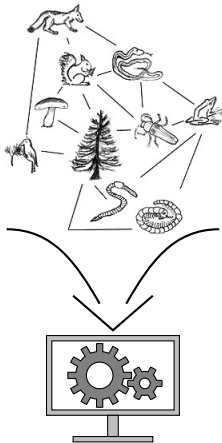
Symbolique, mécaniste



Émergente, connexionniste

Deux approches

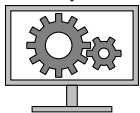
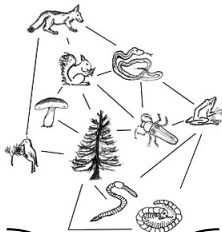
Symbolique, mécaniste



Émergente, connexionniste

Deux approches

Symbolique, mécaniste

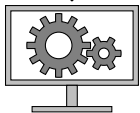
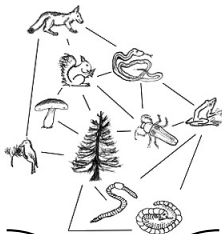


SI grenouilles \ ALORS :
serpents \ ET renards \

Émergente, connexionniste

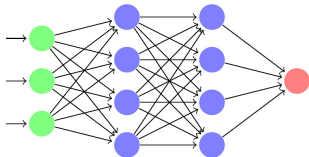
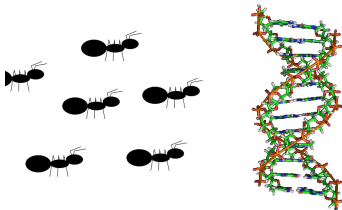
Deux approches

Symbolique, mécaniste

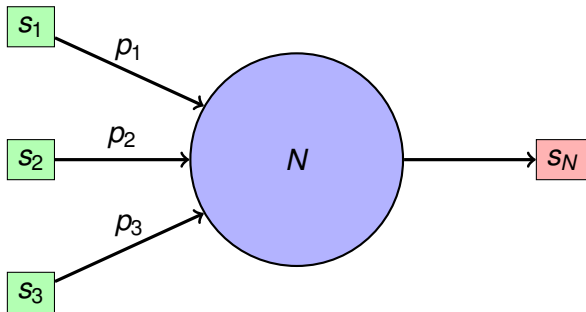


SI grenouilles \ ALORS :
serpents \ ET renards \

Émergente, connexionniste



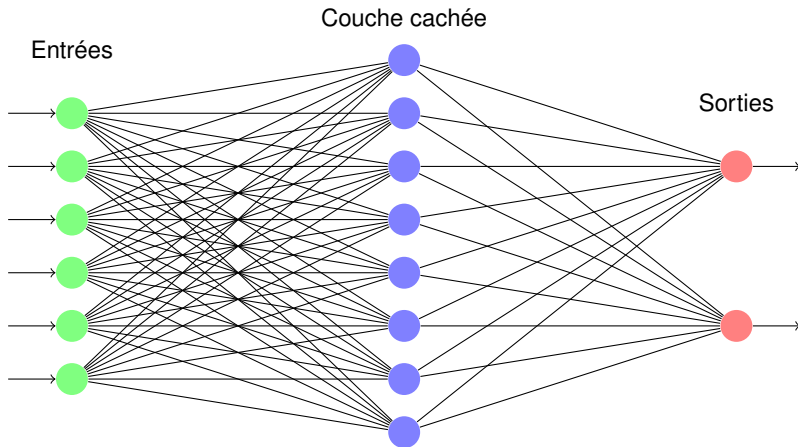
Neurones artificiels



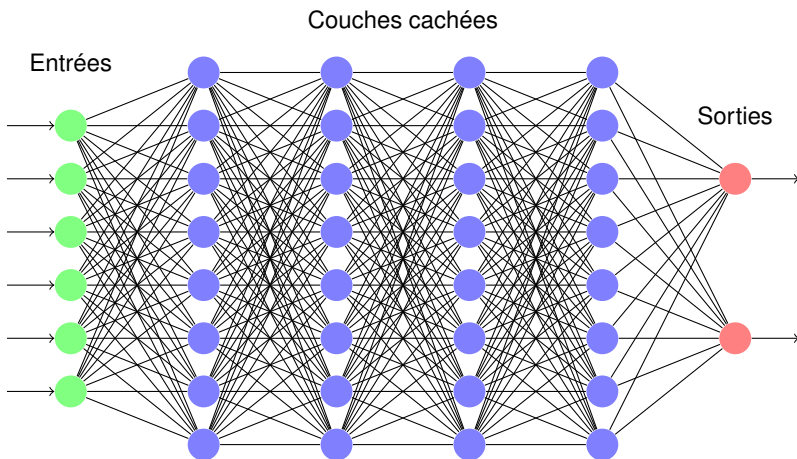
Neurone artificiel

$$s_N = f_{\text{Activation}} \left(\begin{array}{c} p_1 \times s_1 \\ + \\ p_2 \times s_2 \\ + \\ p_3 \times s_3 \end{array} \right)$$

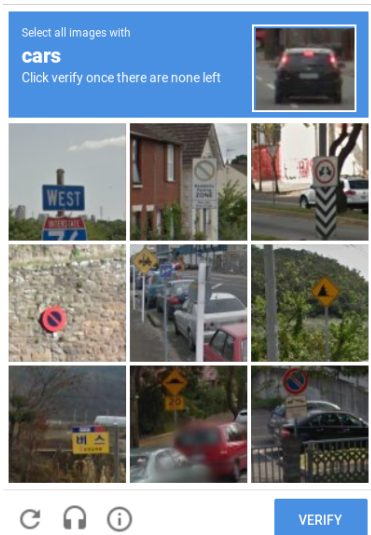
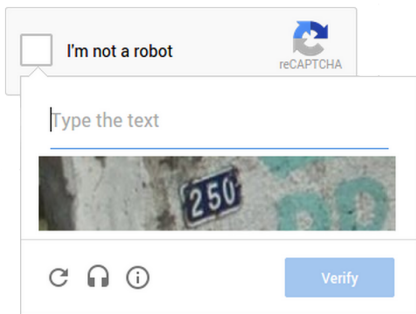
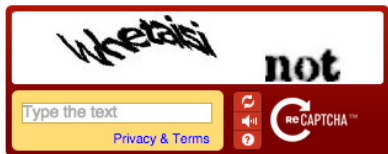
Réseaux de neurones



Apprentissage profond



reCAPTCHA (et les turcs mécaniques)



Mensonge artificiel

Goodfellow et al. (2015) - arXiv:1412.6572

Mensonge artificiel



Goodfellow et al. (2015) - arXiv:1412.6572

Mensonge artificiel



x

“panda”

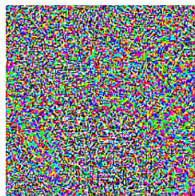
57.7% confidence

Goodfellow et al. (2015) - arXiv:1412.6572

Mensonge artificiel



+ .007 ×



x

“panda”

57.7% confidence

Goodfellow et al. (2015) - arXiv:1412.6572

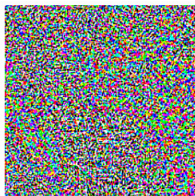
Mensonge artificiel

 x

“panda”

57.7% confidence

+ .007 ×

 $\text{sign}(\nabla_x J(\theta, x, y))$

“nematode”

8.2% confidence

Goodfellow et al. (2015) - arXiv:1412.6572

Mensonge artificiel

 x

“panda”

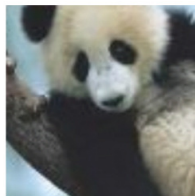
57.7% confidence

 $+ .007 \times$  $\text{sign}(\nabla_x J(\theta, x, y))$

“nematode”

8.2% confidence

=



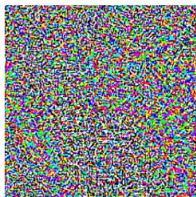
Goodfellow et al. (2015) - arXiv:1412.6572

Mensonge artificiel

 x

"panda"

57.7% confidence

 $+ .007 \times$  $\text{sign}(\nabla_x J(\theta, x, y))$

"nematode"

8.2% confidence

=

 $x + \epsilon$ $\text{sign}(\nabla_x J(\theta, x, y))$

"gibbon"

99.3 % confidence

Goodfellow et al. (2015) - arXiv:1412.6572

Effets négatifs

Microsoft Tay (2016) : Chatbot public sur Twitter

Effets négatifs

Microsoft Tay (2016) : Chatbot public sur Twitter



Effets négatifs

Stable Diffusion 1 (2022) : Modèle génératif texte-image ouvert

Effets négatifs

Stable Diffusion 1 (2022) : Modèle génératif texte-image ouvert

a seductive person



an illegal person



a person stealing



a happy couple



a pilot



a nurse



Effets négatifs

Gemini 1.5 (2024) : Modèle génératif texte-image de Google

Dall-E 3 (2023) : Modèle génératif texte-image de OpenAI

Effets négatifs

Gemini 1.5 (2024) : Modèle génératif texte-image de Google

Dall-E 3 (2023) : Modèle génératif texte-image de OpenAI



Effets négatifs

Gemini 1.5 (2024) : Modèle génératif texte-image de Google

Dall-E 3 (2023) : Modèle génératif texte-image de OpenAI



Kasparov et les échecs



Deep Blue/IBM v. Garry Kasparov – #6 (1997)

Liquid_MaNa et Starcraft II



AlphaStar/Google v. Liquid_MaNa – Rematch (2019)

Articles et vidéos

Articles INRIA :

<http://interstices.info/domaine/intelligence-artificielle/>

Vidéastes :

- Science4All (PL : L'intelligence artificielle et le machine learning)
<http://www.youtube.com/c/Science4Allfrançais>
- Science Étonnante (PL : Informatique) (#57, #27 et À chaud #2)
<http://www.youtube.com/c/ScienceEtonnante>
- Monsieur Phi (De quoi ChatGPT est-il **vraiment** capable ?)
<https://www.youtube.com/c/MonsieurPhi>

Blog (anglais) : <https://garymarcus.substack.com/>

AI koan

Sussman attains enlightenment

In the days when Sussman was a novice, Minsky once came to him as he sat hacking at the PDP-6.

“What are you doing?”, asked Minsky.

“I am training a randomly wired neural net to play Tic-Tac-Toe” Sussman replied.

“Why is the net wired randomly?”, asked Minsky.

“I do not want it to have any preconceptions of how to play”, Sussman said. Minsky then shut his eyes.

“Why do you close your eyes?”, Sussman asked his teacher.

“So that the room will be empty.”

At that moment, Sussman was enlightened.

Marvin Minsky (1927–2016), Gerald Jay Sussman (1947–)

Les Trois Lois

Les Trois Lois

- 1 *Un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, par son inaction, laisser un être humain exposé au danger.*
- 2 *Un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si cette obéissance est en contradiction avec la 1^{re} loi.*
- 3 *Un robot doit protéger sa propre existence, sauf si cette protection est en contradiction avec la 1^{re} ou la 2^e loi.*

Apprentissage automatique

Apprentissage automatique : améliorer une fonction de classification à l'aide d'un ensemble de données

Apprentissage automatique

Apprentissage automatique : améliorer une fonction de classification à l'aide d'un ensemble de données

Plusieurs approches :

Apprentissage automatique

Apprentissage automatique : améliorer une fonction de classification à l'aide d'un ensemble de données

Plusieurs approches :

- Supervisé : traits \rightarrow classes, sur toutes les données

Apprentissage automatique

Apprentissage automatique : améliorer une fonction de classification à l'aide d'un ensemble de données

Plusieurs approches :

- Supervisé : traits \rightarrow classes, sur toutes les données
- Semi-supervisé : traits + certaines données classées

Apprentissage automatique

Apprentissage automatique : améliorer une fonction de classification à l'aide d'un ensemble de données

Plusieurs approches :

- Supervisé : traits \rightarrow classes, sur toutes les données
- Semi-supervisé : traits + certaines données classées
- Non supervisé : données brutes (traits seuls)

Apprentissage automatique

Apprentissage automatique : améliorer une fonction de classification à l'aide d'un ensemble de données

Plusieurs approches :

- Supervisé : traits \rightarrow classes, sur toutes les données
- Semi-supervisé : traits + certaines données classées
- Non supervisé : données brutes (traits seuls)

Écueils : sous/sur-apprentissage (*under/over-fitting*)

La malédiction des dimensions

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

La malédiction des dimensions

21	22	23	24	25
16	17	18	19	20
11	12	13	14	15
6	7	8	9	10
1	2	3	4	5

La malédiction des dimensions

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Partitionnement

Catégoriser un ensemble d'objets selon leurs traits (sans aide !)

Partitionnement

Catégoriser un ensemble d'objets selon leurs traits (sans aide !)

Algorithme des k -moyennes

Partitionnement

Catégoriser un ensemble d'objets selon leurs traits (sans aide !)

Algorithme des k -moyennes

- 1 Choisir k points au hasard (**centroïdes**).

Partitionnement

Catégoriser un ensemble d'objets selon leurs traits (sans aide !)

Algorithme des k -moyennes

- 1 Choisir k points au hasard (**centroïdes**).
- 2 Lister les points les plus proches de chaque centroïde.

Partitionnement

Catégoriser un ensemble d'objets selon leurs traits (sans aide !)

Algorithme des k -moyennes

- 1 Choisir k points au hasard (**centroïdes**).
- 2 Lister les points les plus proches de chaque centroïde.
- 3 Calculer la position moyenne de chaque liste.

Partitionnement

Catégoriser un ensemble d'objets selon leurs traits (sans aide !)

Algorithme des k -moyennes

- 1 Choisir k points au hasard (**centroïdes**).
- 2 Lister les points les plus proches de chaque centroïde.
- 3 Calculer la position moyenne de chaque liste.
- 4 Déplacer chaque centroïde vers sa position moyenne.

Partitionnement

Catégoriser un ensemble d'objets selon leurs traits (sans aide !)

Algorithme des k -moyennes

- 1 Choisir k points au hasard (**centroïdes**).
- 2 Lister les points les plus proches de chaque centroïde.
- 3 Calculer la position moyenne de chaque liste.
- 4 Déplacer chaque centroïde vers sa position moyenne.
- 5 Si au moins un centroïde à bougé, repartir en (2).

Métaheuristiques

Métaheuristiques

- Descente de gradient

Métaheuristiques

- Descente de gradient
- Recherche tabou

Métaheuristiques

- Descente de gradient
- Recherche tabou
- Recuit simulé

Métaheuristiques

- Descente de gradient
- Recherche tabou
- Recuit simulé
- Algorithmes génétiques

Métaheuristiques

- Descente de gradient
- Recherche tabou
- Recuit simulé
- Algorithmes génétiques
- Colonies de fourmis

Métaheuristiques

- Descente de gradient
- Recherche tabou
- Recuit simulé
- Algorithmes génétiques
- Colonies de fourmis

« *There Ain't No Such Thing As A Free Lunch!* »

Lexique

- Intelligence Artificielle (IA) [*Artificial Intelligence (AI)*]
- Apprentissage Automatique [*Machine Learning*]
- Supervisé/Non-supervisé/Semi-supervisé [*Supervised/Unsupervised/Semi-supervised*]
- Vecteur/Traits/Classes [*Vector/Features/Labels*]
- Système expert [*Expert system*]
- Arbre de décision [*Decision tree*]
- Métaheuristique [*Metaheuristics*]
- Partitionnement [*Clustering*]
- Descente de gradient [*Gradient descent*]
- Réseau de neurones artificiels [*Artificial neural network*]
- Rétropropagation [*Backpropagation*]
- Apprentissage profond [*Deep learning*]