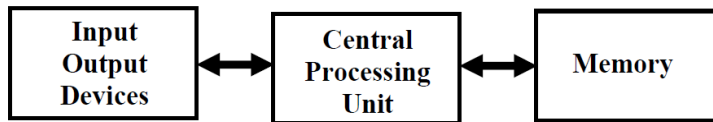


Chapitre I : Cognition

Introduction

Pour rendre artificielle, il faut d'abord connaître le naturelle.

- Architecture Van Neumann



- Méthodes de recherche heuristiques et algorithmes : par exemple la recherche dichotomique est utilisée pour faire une recherche dans un dictionnaire
- Les types de mémoires : Les mémoires sont inspirées de la mémorisation humaine. Mémoire cache ~sensorielle, mémoire centrale ~à court terme, mémoire morte ~ à long terme

1. Définition cognition

La cognition regroupe les divers processus mentaux **de perception, mémorisation et raisonnement** : c'est l'ensemble des processus mentaux qui s'intercalent entre le stimulus et la réponse, et qui transforment l'apport sensoriel, le traduisant en code abstrait (on parle de représentation), l'entreposant en mémoire pour le retrouver plus tard.

2. Définition sciences cognitives

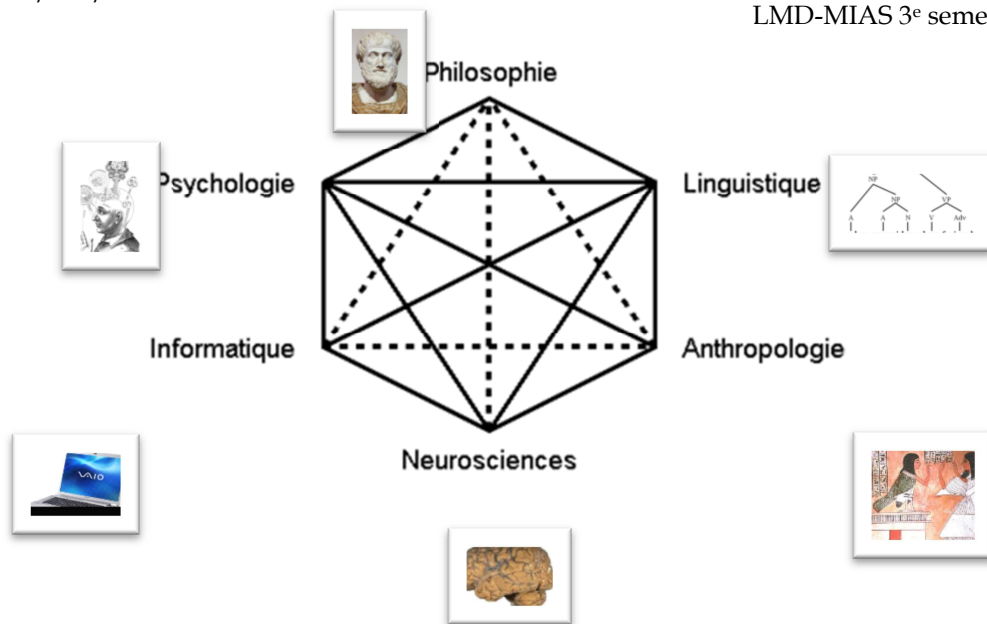
Les **sciences cognitives** sont un ensemble de disciplines scientifiques visant à l'étude et la compréhension des mécanismes de la pensée humaine, animale ou artificielle, et plus généralement de tout système cognitif, c'est-à-dire tout système complexe de traitement de l'information capable d'acquérir, conserver, et transmettre des connaissances. Les sciences cognitives reposent donc sur l'étude et la modélisation de phénomènes aussi diverses que la perception, l'intelligence, le langage, le calcul, le raisonnement ou même la conscience...

3. Être Cognitif :

1. **Vivant** : Humain, Animal car il est capable de :
 - Entendre, voir, toucher....
 - Mémoriser
 - Reasonner
 - Répondre, réagir
2. **Artificiel** : Ordinateur, Robot car on peut le doter d'une :
 - Reconnaissance de formes(RF)
 - Représentation des connaissances
 - Intelligence artificielle(IA)
 - Réponse (écran, son, voix....)

4. Nature pluridisciplinaire

En tant que domaine interdisciplinaire, les sciences cognitives utilisent conjointement des données issues d'une multitude de branches de la science et de l'ingénierie, en particulier :



6. Histoire de la science cognitive

Il est d'usage de dater la naissance des sciences cognitives de 1956. En effet, cette année voit s'organiser la toute première conférence consacrée à l'intelligence artificielle et à son application à la psychologie, à laquelle participe les informaticiens A. Newell, J. McCarthy et M. Minsky, le mathématicien C. Shannon, l'économiste et psychologue H. Simon, le linguiste Noam Chomsky, les psychologues G. Miller et J. Swets les neurobiologistes D. Hubel et Torsten Wiesel.

Le congrès inaugural a eu lieu à San Diego en **1979**

7. Science cognitive bi disciplinaire

Certains estiment donner naissance à deux disciplines autonomes :

- à une science **fondamentale**, dite **science de la cognition**, dont les spécialistes parfois appelés *cogniticiens* sont réunis en sociétés savantes et publient dans des revues scientifiques .
- à un secteur **applicatif industriel** du domaine de l'ingénierie de la connaissance : la **cognitive**.

Chapitre 2 : Intelligence artificielle IA

I. Intelligence artificielle

1. Déf. Intelligence artificielle IA,

par Alan Turing. Rêve de doter la machine d'un esprit humain. Dans sa définition la plus simple, reproduire ou simuler des raisonnements intelligents.

2. Les principales applications de l'IA

1. Traitement automatique des langues(TLN)
2. Reconnaissance des formes(RF) :
 - VAO (vision assistée par ordinateur)
 - visage,
 - empreinte,
 - badges,
 - code barres,
 - Image satellitaire
 - Image médicale
 - Reconnaissance vocale.
3. Représentation et extraction des connaissances (data mining)
4. Aide à la décision :
 - Ordonnancement
 - Transport
 - Pilotage
 - Planification (projet, équipes de foot...)
 - Emploi du temps(scolaire, médecins...)
5. Résolution de problèmes
6. Aide aux diagnostics (médecine, véhicule....)
7. Jeux
8. Optimisation
9. Simulation
10. Réalité virtuelle
11. Robotique

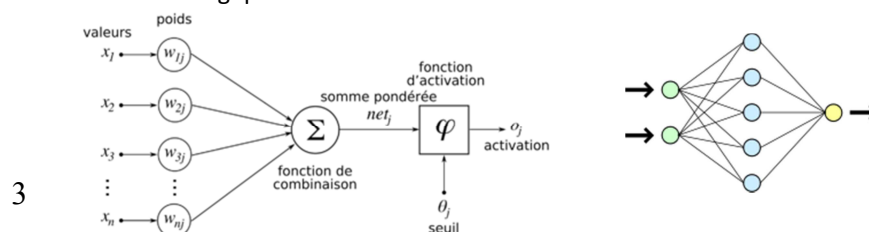
3. Fiction et IA

Il existe deux types de IA :IA faible représente l'intelligence qui a pu être attribuée à une machine et IA forte représente le rêve non réalisable. Beaucoup de film de cinéma ont parlé de ce dernier type tel que :Matrix(le rêve de reconfigurer la mémoire d'un humain par une matrice centrale),I-robot(la conscience et l'autonomie d'un robot), terminator, virus, intelligence artificielle...

1. Méthodes issues de l'IA :

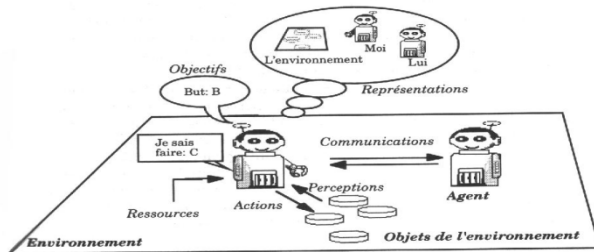
Réseaux de neurones

un modèle de calcul dont la conception est schématiquement inspirée du fonctionnement des neurones biologiques.



Systèmes multi agent (SMA)

un système dans lesquels des agents artificiels (programmes) opèrent collectivement et de façon décentralisée pour accomplir une tâche.



Exemple de SMA : recherche sur 123people.fr

Méta heuristiques

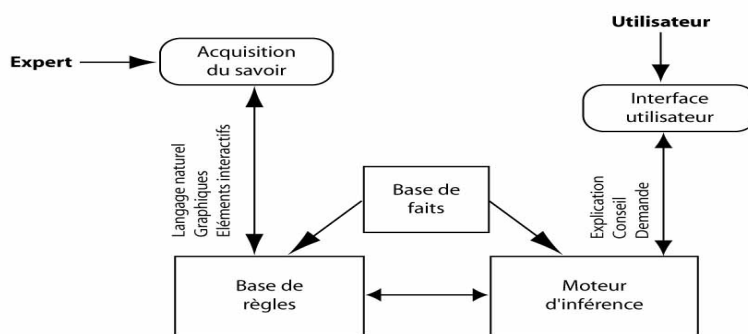
Exemples :

1. Algorithmes génétiques
2. Colonie de fourmis
3. Optimisation par essaim de particules(PSO).

Logique floue(fuzzy logic)

À l'inverse de la logique booléenne, la logique floue permet à une condition d'être en un autre état que *vrai* ou *faux*. Elle accepte vrai, faux et probable(incertitude entre 0 et 1). Ses domaines d'application sont : météo, médecine, assurance, bourse, régulateurs....

Système expert :un logiciel qui simule un expert dans un domaine



Base de connaissance= base de faits+ base de règles

Exemple :

- Fait : frere(mohammed, ali), fils(jawad, ali)
- Règle: frere(x,y) et fils(z,y) → oncle(x,z)
- Question : qui est l'oncle de jawad?
- **Moteur d'inférence: ens. D'algorithmes**
- Réponse : mohammed.

II. La réalité virtuelle RV:

La réalité virtuelle est un ensemble de technologies (soft, hard) qui permettent d'immerger un utilisateur dans un monde virtuel en temps réel.

3.1. Caractéristiques :

Vision 3D	Portatifs :Casque avec 2 écrans Fixes :2 grands écrans
Immersion sonores	2 ou plusieurs Enceintes 3D
Capturer les mouvements de l'utilisateur	Joystick
Simuler des mouvements	Périphérique de retours d'effort, chaise mobile
	Performance processeur, RAM.....

3.2. Outils soft :

- Reconnaissance de forme
- les techniques issues de IA pour:
 - gérer des entités (agents) autonomes ou semi-autonomes dotées de comportements.
 - gérer des contraintes ou de vérifier des propriétés sur les objets ou sur la scène 3D en synthèse d'images.
 - Traitement de la sémantique du langage lors de l'exploration de l'espace.

3.3. Applications : Décoration, sport, architecture, enseignement, médecine, militaire, tourisme, jeux, films, conduite, psychologie (guérir les phobies, soulager la peine d'un handicapé par un membre fantôme)

Chapitre III : Représentation et Extraction des connaissances

I. Représentation des Connaissances

Introduction

L'imitation de la cognition et de l'intelligence humaine a rendu nécessaire, la recherche d'une représentation des connaissances similaire à celle d'un être vivant. On peut alors citer :

- la logique,
- les réseaux sémantiques et les frames

1 .La logique

1.1. Définition de la logique

La logique est un système formel possédant: sa **syntaxe** (les expressions autorisées), sa **sémantique** (ce qu'elles signifient) et sa **théorie de preuve**

1.2. Logique propositionnelle

Des **symboles** pour représenter des faits ; des **connecteurs** logiques: \wedge , \vee , \neg , \rightarrow et \leftrightarrow . si la proposition R veut dire "il pleut" et U est "Je prends mon parapluie", alors on pourrait avoir:

$R \rightarrow U$: S'il pleut, alors je prends mon parapluie.

1.3 Logique de premier ordre:

des **prédicats** et des **quantifieurs**. Les prédicats sont mis en premier et lient les éléments ensemble:

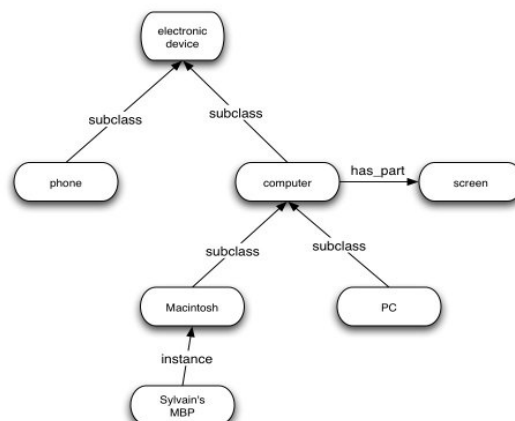
$\text{mother}(\text{Jane}, \text{Lucy})$ $\text{child}(\text{Lucy}, \text{Jane})$ $x,y (\text{mother}(x,y) \rightarrow \text{child}(y,x)) \quad \forall y$
 $(\exists x \setminus \text{mother}(x,y))$

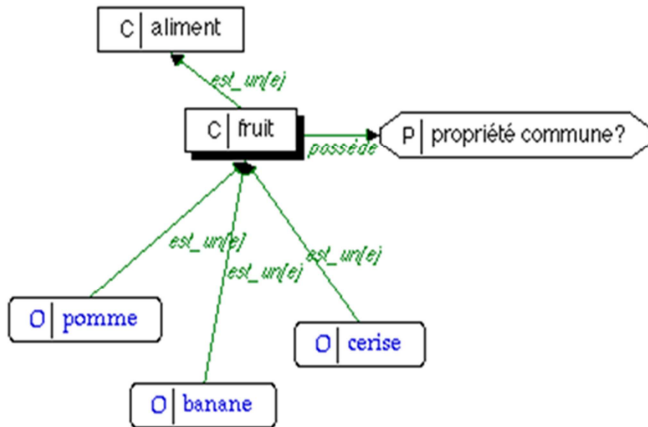
2. Frames et réseaux sémantiques

Ils Sont une façon similaire aux objets en **programmation orientée objet**.

- Une **classe** est la représentation d'un concept
- une **sous-classe** est une classe qui hérite de toutes les caractéristiques d'une classe **parente**,
- une **instance** est un membre particulier d'une (sous-)classe.
- Les **relations** peuvent être de type sous-classe, instance, ou n'importe quelle autre relation.

2.1 Réseaux sémantiques :





Remarque :

fruit possède vitamine / vitamine A, vitamine D, vitamine C... des instances de *vitamine/ cerise* possède *vitamine* par héritage mais pas forcément le vitamine D.

Il est plus convenable de mettre *Pomme* comme sous classe et non pas une instance car il existe plusieurs sortes de pomme.

2.2. Frames : le mode textuel pour décrire

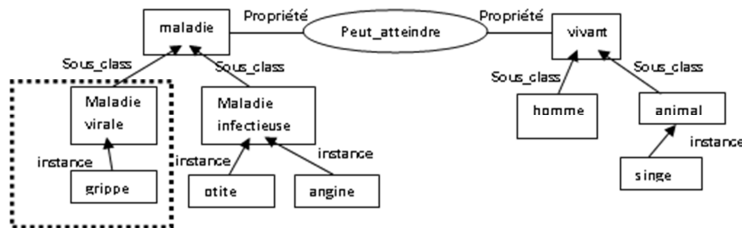
- Phone
subclass: Electronic_Device
- Computer
subclass: Electronic_Device
has_part: Screen
- Macintosh
subclass: Computer
- PC
subclass: Computer
- Sylvain's MBP
instance: Macintosh

Utilité :

Recherche web par exemple si vous cherchez « chat » dans Google image vous pouvez obtenir « siamois » comme résultat. (siamois et un chat)

Exercice1 :

Soit le réseau sémantique (RS) :



Représenter la partie encadrée par la logique du premier ordre.

Selon le RS est-ce qu'un singe peut être atteint par une maladie d'otite ? Pourquoi ?

Exercice 2 :

Construire un réseau sémantique qui décrit les concepts suivant:

Fruit, aliment, mange , humain, légume, légume sec, orange, viande, volaille, Leila, pois chiche, carotte.

Exercice 3 :

Mettre en logique des prédicats: « Toutes les fêtes nationales sont liées à un pays. »

II. Extraction de connaissances :

1. Définition

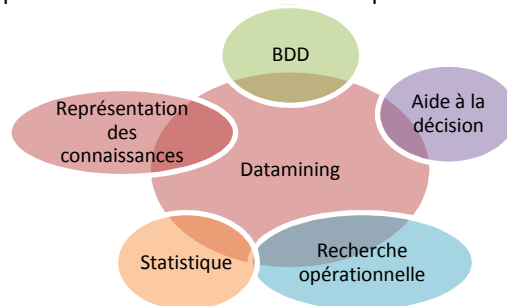
=L'exploration de données
=fouille de données
=forage de données
= prospection de données
=data mining

=extraction de connaissances :

- a pour objet l'extraction d'un savoir ou d'une connaissance (décision , découverte.....)
- à partir de grandes quantités de données (bases de données hétérogènes, textes, web...)
- par des méthodes automatiques ou semi-automatiques
- pour un but opérationnel

c'est « l'analyse de bases de données (souvent très grandes) afin de découvrir des relations insoupçonnées et de résumer les données d'une manière à la fois compréhensible et utile » [Hand et al., 2001]

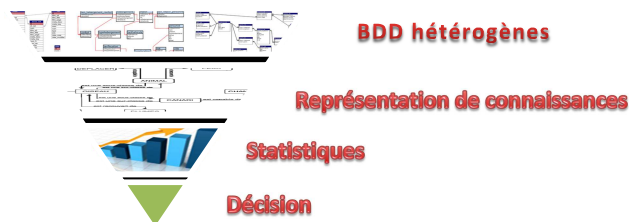
Le datamining vient au carrefour de plusieurs branches en mathématiques et informatique qui sont :



2. Types de datamining

- Web mining
- Text mining
- Image mining
- Multi media mining

3. Etapes de Data mining



4. Domaines d'Applications

- Marketing
- Web
- Documents
- Médecine
- Banque et assurance
- Police

5. Techniques

- Réseaux de neurones
- Arbres de décision

Chapitre 4:Résolution de Problèmes

1. Problème

Avant de résoudre un problème il faut d'abord le modéliser, définir l'espace de recherche et définir la solution, formuler l'objectif et les contraintes, appliquer une méthode pour obtenir une solution.

L'objectif de ce chapitre est de formuler certains problèmes, et dire quelle sont les méthodes qui peuvent être appliquées à ces problèmes. Nous prenons l'exemple des jeux et énigmes pour l'application des heuristiques et l'exemple de l'optimisation pour l'application des métaheuristiques

2. Jeux et énigmes(Utilisation des heuristiques)

2.1. Exemple : jeu du taquin

- Données :

Situation de départ

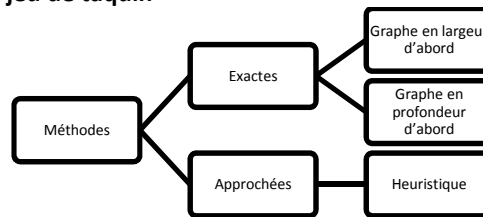
	3	2
6	5	1
7	4	8

Situation d'arrivée

1	2	3
8		4
7	6	5

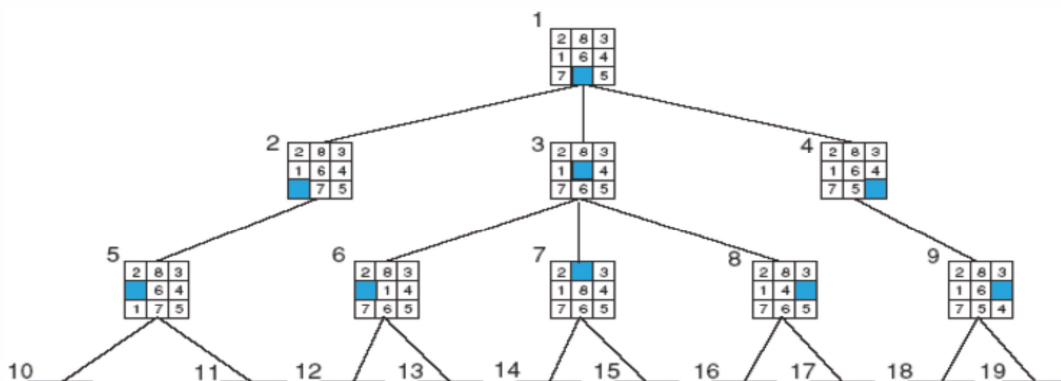
- La Solution est de passer de D à A par une suite de mouvements autorisés

2.2. Méthodes de résolution du jeu de taquin



2.2.1. Graphe en largeur d'abord

- Tout nœud de profondeur p est développé avant tout nœud de profondeur p+1
- Noeuds générés niveau par niveau (par couches de même profondeur)

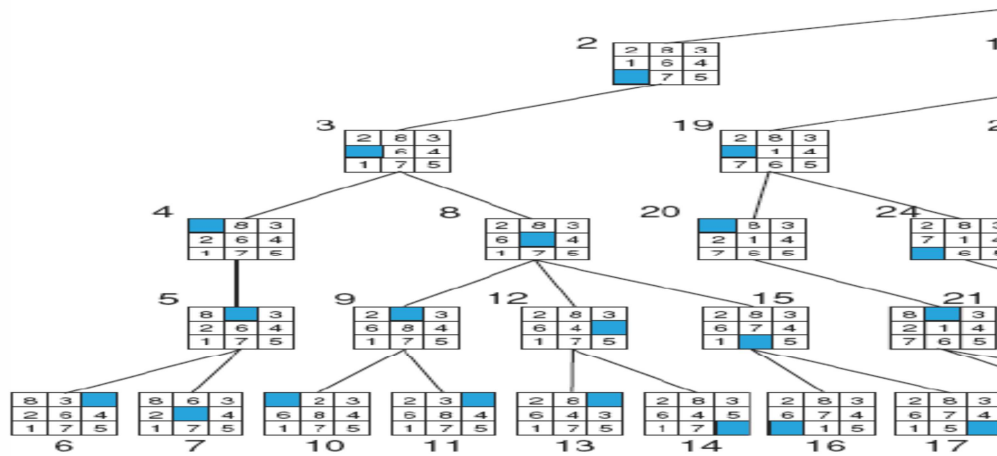


Avantage : garantie de trouver une solution (si elle existe)

Inconvénient : Très gourmande en mémoire, Parcours possible de tout l'espace de recherche

2.2.2. Graphe en profondeur d'abord

- L'algorithme explore une branche jusqu'au bout avant de considérer des branches alternatives,
 Avantage :rapide si une solution se trouve à gauche dans l'arbre des recherches, efficace à implémenter



Inconvénient : possibilité de régression infinie (bouclages → branches infinie), lent si les solutions se trouvent à droite dans l'arbre des recherches

2.2.3. Meilleur d'abord, Heuristique

- Intermédiaire entre profondeur d'abord et largeur d'abord.
- à chaque étape, on génère le meilleur fils des nœuds connus
- Fonction heuristique:

$W(n)$ = nombre de carrés mal placés dans ce nœud

$P(n)$ = somme des distances "manhattan" de chaque carré par rapport à leur destination finale [sans tenir compte des obstacles]

2.3. Définition de Heuristique

- du grec ancien eurisko, trouver
- méthode approchée conçue pour un problème particulier permettant de trouver des solutions avec un temps de calcul raisonnable
- traduit une stratégie, une manière de penser, s'appuyant sur notre connaissance du problème
- indispensable pour les problèmes NP difficiles

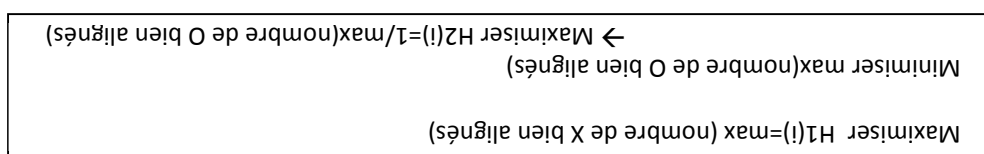
Exercice: Enigme des 6 missionnaires

Soit l'énoncé : " 3 cannibales et 3 hommes se trouvent sur la rive gauche. Ils doivent atteindre la rive droite à l'aide d'une barque pouvant contenir 1 ou 2 missionnaires. Si les cannibales sont plus nombreux que les hommes, ces derniers sont mangés. Trouvez un plan de traversée" que signifie une Solution?

- Proposez une Codification de la solution
- Dessiner le Graphe en largeur d'abord à deux niveaux

Exercice (jeu tic tac to)

- Proposer deux fonctions heuristiques pour évaluer un état d'un joueur X contre un autre O



3. Optimisation (Utilisation de méta heuristiques)

3.1. Définition

Langue française: permettre d'obtenir le meilleur résultat possible par une action adaptée = améliorer, maximiser, mettre au point.

Mathématiques :

soit f : trouver x tel que $f(x) = \min_x f(x)$

Terminologie

espace de recherche, espace des {états, configurations, solutions, alternatives}

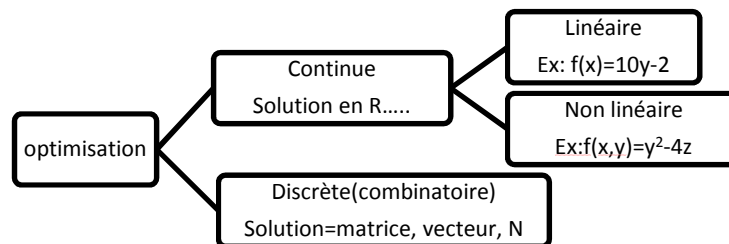
f : fonction objectif, coût/perte /temps à minimiser (si gain à maximiser)

x : optimum, minimum, maximum

- L'optimisation est une branche des mathématiques, cherchant à analyser et à résoudre analytiquement ou numériquement les problèmes qui consistent à déterminer le meilleur élément d'un ensemble, au sens d'un critère quantitatif donné.

3.2. Types

- Optimisation continue où les solutions sont dans un intervalle continu comme R
- Optimisation discrète ou combinatoire



3.3. Solutions

- Solutions **admissibles=faisables** → satisfait les contraintes
- Solution **optimale** → solution faisable qui optimise le critère d'optimisation
- Un Problème souvent accepte plusieurs solutions admissibles et une ou quelques solutions optimales

3.4. Problème d'Optimisation continue

Exemple: $\text{Max } f(x,y)=10x+5y$
 $X < 130$
 $Y < 120$
 $X, Y \geq 0$

X,Y quantités des deux produits
10 et 5 leurs prix
F la recette
130,120 les quantités limites
À voir en module PL en semestre 2.

3.5. Problèmes d'optimisation discrète

- Voyageur de commerce
- Sac à dos
- Tournée de véhicules
- Ordonnancement

3.5.1. Problème du Voyageur de Commerce

- données : n villes, une matrice de distances d_{ij}
- problème : trouver un chemin passant une fois et une seule par chaque ville et minimisant la distance totale parcourue
- Critère: Min Somme Distance
- Nombre de solutions admissibles:
- N villes → N!

3.5.2. Problème de tournées de véhicules

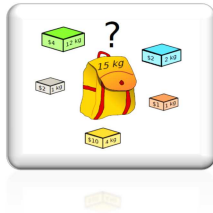
- déterminer les tournées d'une flotte de véhicules afin de livrer une liste de clients, ou de réaliser des tournées (maintenance, réparation, contrôles) ou (visites médicales,

commerciales, etc.) en minimisant le coût de livraison des biens. C'est une extension de voyageur de commerce.

- Le coût peut se mesurer par le temps, la distance ou autres. Les critères peuvent être :
- Min Somme Distance
- Max nombre clients
- Min obstacles(feux tricolores, ralentisseurs, embouteillage)

3.5.3. Problème du sac à dos

- Sac à dos: On a des objets 1, 2, 3, . . . , n de poids $p_1, p_2, p_3, . . . , p_n$ et de valeurs v_1, \dots, v_n on veut en mettre dans un sac de façon telle que le poids du sac soit inférieur ou égal à P. Maximiser la valeur prise
- Nombre de solutions :N objets $\rightarrow 2^N - 1$

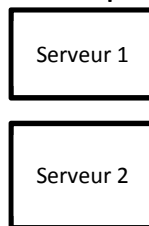


3.5.4. Ordonnement

Donner un Ordre aux tâches+ une Affectation des tâches aux différentes machines

Exemples :

- Malades aux médecins
- Voitures aux pompes d'essence, parking...
- Personnes aux photocopieuses.
- Processus aux processeurs
- Un des type d'Ordonnement est en Machines parallèles :



- Min temps total de traitement
- Min temps moyen d'attente(délai de réponse)
- Nombre de solutions admissibles:N clients et L serveurs $\rightarrow N!L^N$

3.6. Méthodes d'optimisation

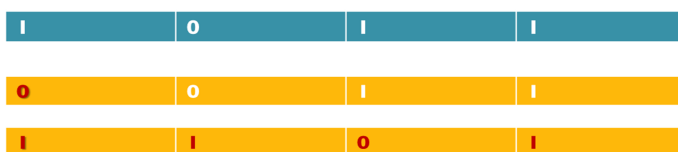
3.6.1. Définition de Méta heuristique

méta + heuristique = au-delà + trouver . c'est une méthode qui possède un plus haut niveau d'abstraction. Elle se base sur un ensemble de concepts : voisinage (modification d'une solution) et utilisation de la mémoire. Elle est souvent Inspirée de la physique ou la nature ...

3.6.2. Voisinage d'une solution

Légère modification sur la solution à condition qu'elle reste admissible.(Changement d'un bit, permutation, décalage à droite.....)

- Exemple: changement bit , décalage.



3.6.3. Liste de métaheuristiques

- La recherche locale(descente)
- Kangourou
- Recuit simulé

- Optimisation par essaim de particules (oiseaux, poissons) (PSO)
- Algorithmes génétique
- Tabou
- Algorithme de lucioles (firefly)
- Algorithme de chauve-souris (bat)

3.6.4. Algorithme de la descente

Initialiser une solution faisable x
 Calculer $f(x)$
 Pour $i=1$ à nbr. itération faire
 $Y = \text{voisin}(x)$
 Si $f(y) < f(x)$ alors // en cas de minimisation
 $X = y$
 $Fx = f(x)$
 Fait
 Afficher (x, fx)

Exercice Déroulement de la descente

Dérouler la descente à 4 itérations pour un problème de voyageur de commerce à 4 villes tel que:

- AB=12
- AC=6
- AD=24
- BC=8
- BD=13
- CD=20

La distance entre le point de départ et une ville qlql est 2.

I	X	FX	Y	FY
	ABCD	2+8+12+20=42		
1	ABCD	42	ACBD	2+6+8+13=29
2	ACBD	29	ACDB	2+6+20+13=41
3	ACBD	29	DCBA	2+20+8+12=42
4	ACBD	29	BCAD	2+8+6+24=40

Exercice lampes

Un long couloir contient 6 lampes de puissances (140w ,200W, 60W ,200W,90W ,140W). Les distances entre les lampes sont 2,4,3,5,2 m, Un algorithme d'optimisation permet de décider les quelles des lampes doivent être allumées pour maximiser l'écart entre les lampes allumées. Les contraintes sont : le nombre des lampes allumées doit être supérieur à 2 et l'éclairage doit être supérieur ou égale à 350 W.

- Proposer une codification et une solution initiale
- Donner deux solutions admissibles voisines à la solution initiale
- Considérons un problème bi critère ; Proposer un deuxième critère. Est il à minimiser ou à maximiser ?

Exercice peinture

Soit une Société de production de voitures de 3 couleurs différentes. Le problème consiste à trouver un ordonnancement des couleurs qui minimise le coût total de la peinture des voitures.

Toute machine utilisée doit être «switchée» d'une couleur à une autre ; le coût d'un tel changement dépend des deux couleurs.

Jaune à Noir = 30 , Noir à Blanc = 80 , Blanc à jaune =10, Noir à jaune=70, Jaune à blanc=20, Blanc à Noir=15

- Donner une solution initiale faisable non optimale (ordre de couleur). Evaluer son critère.
- Appliquer la méthode de la descente avec 3 itérations pour trouver une solution optimale.

Exercice sac à dos

Algorithme de la descente à 3 itérations pour le problème de sac à dos

Poids max= 90 kg

Les poids et les prix sont

Exercice ordonnancement

En utilisant une méthode de résolution, on cherche à ordonnancer les clients à servir dans une boulangerie tout en minimisant le temps des attentes.

Soit l'ensemble des clients 1,2,3,4 et leurs temps de service 3mn, 5mn, 1mn, 4mn. Et leurs dates d'arrivées : 8h, 8h 02, , 8h 05, 8h. On pose comme ordre de passage initial 2 3 1 4

Donner deux solutions voisines à la solution initiale

Proposer une fonction objective. Est elle à minimiser ou à maximiser ?

Exercice récipients

Soit l'énoncé du problème des récipients qu'on veut résoudre par l'I.A. : «On possède deux récipients : le premier de 5 litres remplis d'eau et le deuxième de 2 litres vide. On veut obtenir 1 litre en utilisant seulement ces deux récipients. Les opérations possibles sont :

-vider un récipient.

-vider le 1er récipient dans le 2ème .

-vider le 2ème dans le 1er . »

- Proposer une codification au problème
- Quel est l'état initial ?
- dessiner le graphe de résolution de la méthode « en largeur d'abord » avec 2 niveaux
- Dessiner le graphe de résolution de la méthode « en profondeur d'abord » avec 4 états