Neumann, Turing, Shannon : des pionniers de l'informatique

Sébastien Verel

Laboratoire d'Informatique, Signal et Image de la Côte d'opale (LISIC)
Université du Littoral Côte d'Opale, Calais, France
http://www-lisic.univ-littoral.fr/~verel/

Juin, 2021

Plan général

Programme

- Historique de l'invention de l'informatique au tournant du milieu du XXeme siècle
- Principe des machines à calculer
- Introduction sur la notion de calculabilité
- Introduction de la notion d'information

Compétences visées

- Connaitre les principes fondamentaux de l'informatique
- Connaitre les notions d'information
- Connaitre les notions de calculabilité

Multiplication égyptienne

Problème

Calculer le produit de 2 entiers

Algorithme MultiplicationEgyptienne(a, b : entier) : entier
début
  Ecrire la table des puissances de 2 inférieures ou égales au nombre a
  Ecrire la table des doubles du nombre b
  tant que le nombre a n'est pas nul **faire**
    Cocher la plus grande puissance de $2 \leq a$
    Soutraire cette puissance de 2 du nombre a
  fin tant que
  additionner les doubles du nombre b correspond aux puissances de 2 cochés précédemment
  produit de a par b : somme calculée ci-dessus
fin

Algorithme d'Euclide (*éléments*, VII, -325/-265 av. JC)

Problème

Trouver une "unité de mesure" commune pour deux longueurs de segments *i.e.* trouver le pgcd deux nombres entiers.

Algorithme PGCD(a, b : entier) : : entier
début
  si $b = 0$ **alors**
    PGCD $= a$
  sinon
    $c \leftarrow$ reste de la division de a par b
    PGCD $=$ PGCD(b, c)
  fin si
fin

Exécution de l'algorithme

Pour $a = 72$ et $b = 34$

Exécution de l'algorithme

Pour $a = 72$ et $b = 34$

1. PGCD(72, 34)

Exécution de l'algorithme

Pour $a = 72$ et $b = 34$

1. PGCD(72, 34)
2. $b \neq 0$

Exécution de l'algorithme

Pour $a = 72$ et $b = 34$

1. PGCD(72, 34)
2. $b \neq 0$
5. $c = 4$

Exécution de l'algorithme

Pour $a = 72$ et $b = 34$

1. PGCD(72, 34)
2. $b \neq 0$
5. $c = 4$
6. PGCD(34, 4)

Exécution de l'algorithme

Pour $a = 72$ et $b = 34$

1. PGCD(72, 34)
2. $b \neq 0$
5. $c = 4$
6. PGCD(34, 4)
2. $b \neq 0$
5. $c = 2$
6. PGCD(4, 2)

Exécution de l'algorithme

Pour $a = 72$ et $b = 34$

1. PGCD(72, 34)
2. $b \neq 0$
5. $c = 4$
6. PGCD(34, 4)
2. $b \neq 0$
5. $c = 2$
6. PGCD(4, 2)
2. $b \neq 0$
5. $c = 0$
6. PGCD(2, 0)

Exécution de l'algorithme

Pour $a = 72$ et $b = 34$

1. PGCD(72, 34)
2. $b \neq 0$
5. $c = 4$
6. PGCD(34, 4)
2. $b \neq 0$
5. $c = 2$
6. PGCD(4, 2)
2. $b \neq 0$
5. $c = 0$
6. PGCD(2, 0)
2. $b = 0$
3. PGCD $= 2$

Crible d'Erastothène (III^e avant J.-C.)

Problème

Déterminer les nombres premiers inférieurs à N

Algorithme Erastothene(N : entier) : tableau d'entiers
début
  Ecrire sous forme de tableau les nombres entiers compris entre 2 et N.
  tant que carré du plus petit nombre non rayé et non marqué est plus petit que N **faire**
    Marquer le plus petit nombre du tableau non rayé et non marqué
    Rayer du tableau tous les multiples de ce nombre
  fin tant que
  nombre premiers inférieurs à N : nombres marqués ou non rayés
fin

Recherche d'un mot dans un dictionnaire

Itérativement

Algorithme rechercheIter(*cible* : mot) : liste de mots
début
  Lire premier mot du dictionnaire
  tant que mot lu n'est pas le mot cible **faire**
    Lire le mot suivant
  fin tant que
  liste de mots : définition du mot lu
fin

On trouve le mot correct mais l'algorihme n'est pas très efficace...

Recherche d'un mot dans un dictionnaire

Itérativement

Algorithme rechercheIter(*cible* : mot) : liste de mots
début
  Lire premier mot du dictionnaire
  tant que mot lu n'est pas le mot cible **faire**
    Lire le mot suivant
  fin tant que
  liste de mots : définition du mot lu
fin

On trouve le mot correct mais l'algorihme n'est pas très efficace...

- en moyenne, N/2 mots lus avec N la taille du dictionnnaire

Recherche d'un mot dans un dictionnaire

Itérativement

Algorithme rechercheIter(*cible* : mot) : liste de mots
début
  Lire premier mot du dictionnaire
  tant que mot lu n'est pas le mot cible **faire**
    Lire le mot suivant
  fin tant que
  liste de mots : définition du mot lu
fin

On trouve le mot correct mais l'algorihme n'est pas très efficace...

- en moyenne, N/2 mots lus avec N la taille du dictionnnaire
- Il faut utiliser l'ordre lexicographique du dictionnaire

Recherche d'un mot dans un dictionnaire

Itérativement

Algorithme rechercheIter(*cible* : mot) : liste de mots
début
  Lire premier mot du dictionnaire
  tant que mot lu n'est pas le mot cible **faire**
    Lire le mot suivant
  fin tant que
  liste de mots : définition du mot lu
fin

On trouve le mot correct mais l'algorihme n'est pas très efficace...

- en moyenne, N/2 mots lus avec N la taille du dictionnnaire
- Il faut utiliser l'ordre lexicographique du dictionnaire
- et la méthode dichotomique (diviser pour régner)

Recherche d'un mot dans un dictionnaire

par dichotomie

Recherche d'un mot dans un dictionnaire

par dichotomie

Algorithme rechercheDicho(*cible* : mot) : liste de mots
début
  premier ← premier mot du dictionnaire
  dernier ← dernier mot du dictionnaire
  Lire le mot médian entre premier et dernier
  tant que mot lu n'est pas le mot cible **faire**
    si mot cible est avant le mot lu **alors**
      dernier ← mot lu
    sinon
      premier ← mot lu
    fin si
    Lire le mot médian entre premier et dernier
  fin tant que
  liste de mots : définition du mot lu
fin

- en moyenne, $\log_2(N)$ mots lus avec N la taille du dictionnnaire

Indice de masse corporelle

Problème

Donner un degré de corpulence basé sur l'indice de masse corporelle

Algorithme degreMasseCorporelle(T : nombre réel, m : nombre réel) :
début
  $i \leftarrow m/T^2$
  si $i < 20$ **alors**
    ecrire("poids inférieur à la normale")
  sinon
    si $i < 25$ **alors**
      ecrire("poids normal")
    sinon
      si $i < 30$ **alors**
        ecrire("surcharge pondérale")
      sinon
        si $i < 40$ **alors**
          ecrire("adiposité")
        sinon
          ecrire("obésité"")
        fin si
      fin si
    fin si
  fin si
fin

Tour de magie !

Choisissez un nombre entre 1 et 15.

Tour de magie !

9	14	10
15	8	13
12	11	

Tour de magie !

15	3	11
13	9	5
7	1	

Tour de magie !

6	14	13
12	4	5
15	7	

Tour de magie !

2	3	6
7	10	11
14	15	

Bouilloire

Problème

Concevoir une bouilloire pour faire bouillir de l'eau

Bouilloire

Problème

Concevoir une bouilloire pour faire bouillir de l'eau

je suppose qu'une bouilloire (électrique) peut :

- connaitre la température de l'eau T
- connaitre la position de son interrupteur
- chauffer

Bouilloire

Problème

Concevoir une bouilloire pour faire bouillir de l'eau

je suppose qu'une bouilloire (électrique) peut :

- connaitre la température de l'eau T
- connaitre la position de son interrupteur
- chauffer

Algorithme bouilloire( ) :
début
  tant que la prise est branchée **faire**
    tant que interrupteur est ON *et* $T < 100$ **faire**
      Chauffer
    fin tant que
  fin tant que
fin

Recettes de cuisine

Ingrédients (pour 6 personnes) :

- 200 g de farine
- 120 g de beurre
- 200 g de poitrine fumée taillée en lardons
- 3 oeufs
- 20 cl de crème fraîche
- Sel, poivre

Préparation : Préparer la pâte brisée (voir recette p. 134) et laisser reposer 1/2 h au frais. Abaisser la pâte et garnissez-en un moule à tarte beurré.
Disposez les petits lardons sur la pâte et placez le moule 10 mn dans le four préchauffé à 180°C (th. 6). Pendant ce temps, battez les oeufs en omellete avec la crème, le sel et le poivre, sans faire mousser le mélange. Versez la liaison sur le fond de tarte et prolongez la cuisson de 30 mn environ. Servez au sortir du four.

Recettes de cuisine

Ingrédients (pour 6 personnes) :

- 200 g de farine
- 120 g de beurre
- 200 g de poitrine fumée taillée en lardons
- 3 oeufs
- 20 cl de crème fraîche
- Sel, poivre

Préparation : Préparer la pâte brisée (voir recette p. 134) et laisser reposer 1/2 h au frais. Abaisser la pâte et garnissez-en un moule à tarte beurré.
Disposez les petits lardons sur la pâte et placez le moule 10 mn dans le four préchauffé à 180°C (th. 6). Pendant ce temps, battez les oeufs en omellete avec la crème, le sel et le poivre, sans faire mousser le mélange. Versez la liaison sur le fond de tarte et prolonger la cuisson de 30 mn environ. Servez au sortir du four.

Problème !

Convevoir une quiche lorraine

Vos algorithmes quotidiens

En connaissez-vous d'autres ?

Vieille histoire

- Descriptions exhaustives d'algorithmes :
  dès l'époque des Babyloniens (de -2000 av JC à -300 av JC),

Vieille histoire

- Descriptions exhaustives d'algorithmes :
  dès l'époque des Babyloniens (de -2000 av JC à -300 av JC),
- Pour des calculs concernant le commerce et les impôts.

Al-Khwarizmi (né vers 780 - mort vers 850)

algorithme : vient du nom du mathématicien perse du IXième siècle

Abu Djafar Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi

Al-Khwarizmi (né vers 780 - mort vers 850)

algorithme : vient du nom du mathématicien perse du IXième siècle

Abu Djafar Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi

- mot algorisme : à l'origine uniquement aux règles d'arithmétique utilisant les chiffres indo-arabes numérals

Al-Khwarizmi (né vers 780 - mort vers 850)

algorithme : vient du nom du mathématicien perse du IXième siècle

Abu Djafar Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi

- mot algorisme : à l'origine uniquement aux règles d'arithmétique utilisant les chiffres indo-arabes numérals
- Traduction en latin européen du nom Al-Khwarizmi's en "algorithme" au XVIIIième siècle.

Al-Khwarizmi (né vers 780 - mort vers 850)

algorithme : vient du nom du mathématicien perse du IXième siècle

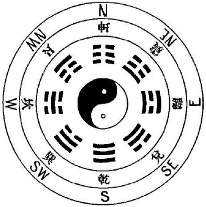
Abu Djafar Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi

- mot algorisme : à l'origine uniquement aux règles d'arithmétique utilisant les chiffres indo-arabes numérals
- Traduction en latin européen du nom Al-Khwarizmi's en "algorithme" au XVIIIième siècle.
- Evolution pour inclure toutes les procédures définies pour résoudre un problème ou accomplir une tâche.

Quelques dates jusqu'en 1946

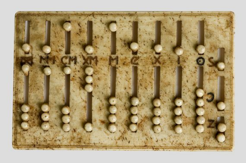
principale source : `http://histoire.info.online.fr/prehistoire.html`, photos wikipedia

-3000 : Période de l'empereur Chinois Fou-Hi dont le symbole magique, l'octogone à trigramme contient les 8 premiers nombres représentés sous forme binaire par des traits interrompus ou non : 000 001 010 011 etc.



Quelques dates

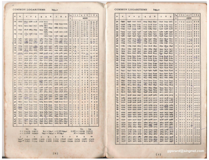
-500 (et avant) : Apparition au Moyen Orient du premier "outil" de calcul : l'abaque et le boulier.



1580 : John Napier invente les logarithmes (et bâtons de Napier)

$$\log(a \times b) = \log a + \log b$$

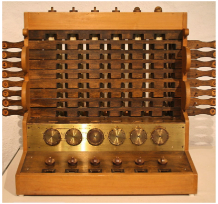
$$986732 \times 230176 = 10^{5.994199} \times 10^{5.362060} = 10^{5.994199+5.362060} = 10^{11.35626}$$

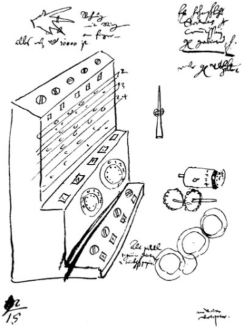


Utile pour les calculs astronomiques...

Quelques dates

1623 : Wilhelm Schickard invente ce qu'il appelle une horloge calculante. Elle calculait mécaniquement grâce à des roues dentées et pouvait réaliser additions, soustractions, multiplications et mémorisation des résultats intermédiaires. La machine a rapidement sombré dans l'oubli car son inventeur habitait en Allemagne du Sud dans une région ravagée par la guerre de 30 ans.

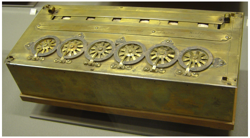




Quelques dates

1632 : l'anglais William Oughtred invente
la règle à calcul circulaire et la notation $\times$

1642 : Pascal met au point, pour aider son père collecteur des impôts à Rouen, la Pascaline qui pouvait traiter les additions et les soustractions.

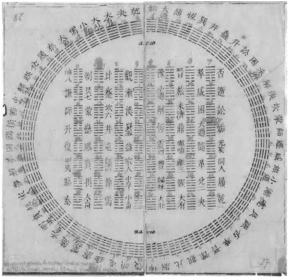


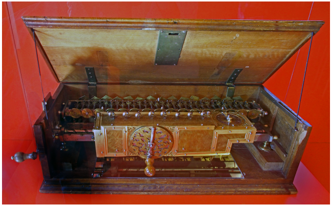
base pour l'*arithmomètre* de Charles Xavier Thomas de Colmar (1820, commercialisé 1850 - 1915)

Quelques dates

1679 : Leibnitz (Leipzig, 1646 - Hanovre 1716) découvre et met au point une arithmétique binaire (et analyse les hexagrammes Fuxi). Il invente aussi en 1694 une machine à calculer dérivée de la Pascaline mais capable de traiter les multiplications et divisions.

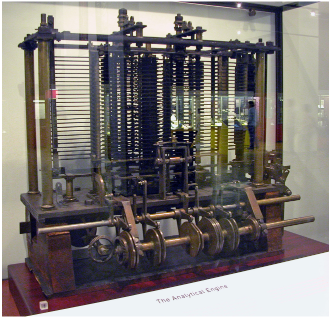
$$1 + 1 = 10$$





Quelques dates

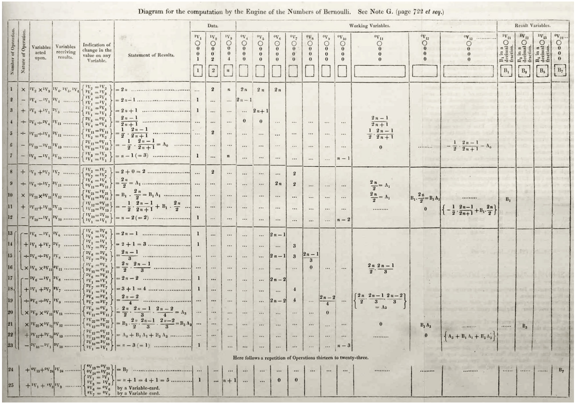
1833 : Charles Babbage : machine à différences (1823),
puis une machine analytique (1834 - 36) qui contient les concepts d'un ordinateur moderne : Instructions ; unité de calcul (moulin), mémoire, registre et entrée des données par carte perforée.



1840 : Ada Lovelace, mathématicienne, collaboratrice de Babbage, définit le principe des itérations successives.
Créatrice du mot algorithme, en fait définition du premier

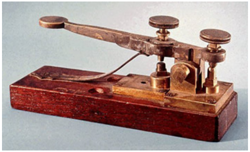
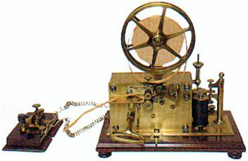
Quelques dates

1840 : Ada Lovelace, mathématicienne, collaboratrice de Babbage, définit le principe des itérations successives.
Créatrice du mot algorithme, en fait définition du premier algorithme sur une machine

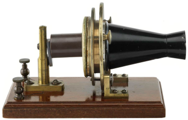


Quelques dates

1836 - 1838 : Les Anglais Edward Davy, William Looke et Charles Wheastone vont inventer et mettre au point le télégraphe.
1840 : Télégraphe Morse avec son code par le peintre Américain Samuel Morse

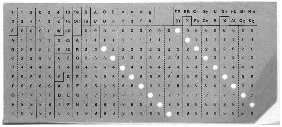
 

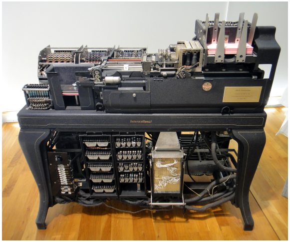
1876 : L'Américain Graham Bell invente le téléphone et fonde la compagnie Bell Telephone Company.

Quelques dates

1884 : Herman Hollerith crée une tabulatrice à cartes perforées pour réaliser le recensement américain de 1890.
première machine à traiter l'information.





1896, Il crée la Tabulating Machine Corporation,
1924 : Renommée en International Business Machine (IBM)
1935 : IBM commercialise l'IBM 601 : calculateur à relais utilisant des cartes perforées, une multiplication en une seconde.
1500 exemplaires (marchés scientifiques et comptables)

Quelques dates

1936 : **Alan Turing** publie un document sur les nombres calculables.
"On computable numbers, with application to the entscheidungproblem", Proceedings of the London Mathematical Society, Volume s2-42, Issue 1, 1937, Pages 230-265

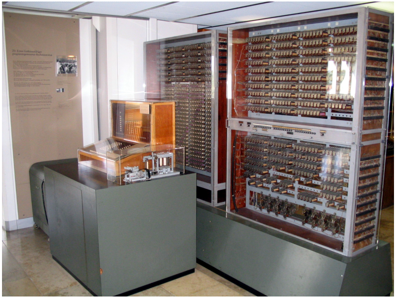
1938 : **Claude Shannon**, le premier, fait le parallèle entre les circuits électriques et l'algèbre Booléenne.
"An algebra for theoretical genetics", MIT, PhD, 1940
"A Mathematical Theory of Communication", The Bell System Technical Journal, Vol. 27, pp. 379-423, 623-656, July, October, 1948. The choice of a logarithmic base corresponds to the choice of a unit for measuring information. If the base 2 is used the resulting units may be called binary digits, or more briefly **bits**, a word suggested by J. W. Tukey."

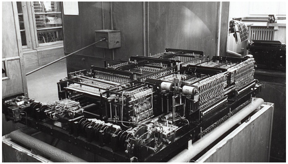
Quelques dates

1938 : Création du Versuchmodell 1 ou Z1 par Konrad Zuse.
Il le met au point dans le salon de ses parents à Berlin ! Ordinateur binaire programmable mais mécanique. Ne fonctionna jamais vraiment correctement.
1939 : Konrad Zuse et un de ses amis Helmut Schreyer : Z2 relais électromécaniques de téléphone rachetés d'occasion.
1941 : Z3 (programme enregistré). Premier véritable ordinateur.

Quelques dates

1939 : Konrad Zuse et un de ses amis Helmut Schreyer : Z2
relais électromécaniques de téléphone rachetés d'occasion.
1941 : Z3 (programme enregistré). Premier véritable ordinateur.





2000 relais, console pour l'opérateur et d'un lecteur de bandes contenant les instructions à exécuter. stockage : 64 nombres de 22 bits.

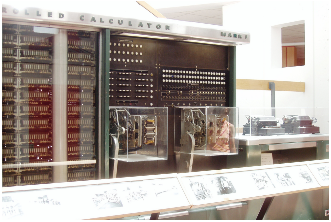
4 additions par seconde et 1 multiplication en 4 secondes. 5,3Hz, 1t, 4KW.

Quelques dates

1943 : Création du ASCC Mark I (Automatic Sequence-Controlled Calculator Mark I) à Harvard par Howard Aiken et son équipe (avec le soutien d'IBM).

3000 relais, 800 km de cables. 3 opérations sur 23 chiffres par seconde.

Pas de sous programme, pas de branchement.



1940 : Pour décrypter les messages de l'armée Allemande, les Anglais mettent au point sur le site de Bletchley Park les calculateurs Robinson et Colossus sous la direction du mathématicien Alan Turing.

Quelques dates

1943 : Création du ASCC Mark I (Automatic Sequence-Controlled Calculator Mark I) à Harvard par Howard Aiken et son équipe (avec le soutien d'IBM).
3000 relais, 800 km de cables. 3 opérations sur 23 chiffres par seconde.
Pas de sous programme, pas de branchement.

1940 : Pour décrypter les messages de l'armée Allemande, les Anglais mettent au point sur le site de Bletchley Park les calculateurs Robinson et Colossus sous la direction du mathématicien Alan Turing.

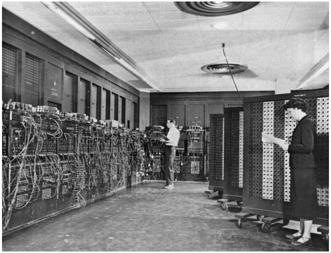
1937 - 1941 : john Atanasoff et clifford Berry Computer (ABC)
La machine utilise des lampes et comporte une mémoire et des circuits logiques. mémoire : 60 mots de 50 bits, fréquence 60 Hz, 1 addition/s.
Premier vrai ordinateur ? (programme n'est pas en mémoire)

Quelques dates

1945 : Un insecte coincé dans les circuits bloque le fonctionnement du calculateur Mark I. La mathématicienne Grace Murray Hopper invente le mot BUG... Mais en fait non ;-)
Conceptrice du premier compilateur (1951),
et du langage COBOL (1959)

1945 : **John Von Neuman** : description d'ordinateur à programme enregistré

Quelques dates

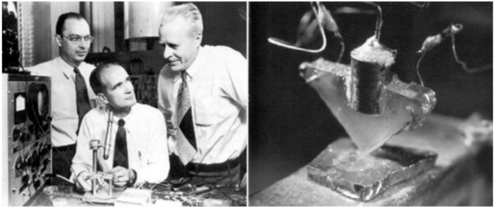
EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), Ballistics Research Laboratory. 1 000 mots de 44 bits. 6 000 tubes à vide, et 12 000 diodes, 56 kW, 45,5 m2 et 7 850 kg

1945 : Création de l'ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) par P. Eckert et J. Mauchly. La programmation de ce calculateur s'effectue en recablant entre eux, ses différents éléments. 19000 tubes, 30 tonnes, 72 m2 et consomme 140 kilowatts.

Horloge : 100 KHz. Vitesse : environ 330 multiplications par seconde.

Quelques dates

Décembre 1947 : Invention du transistor par William Bradford Shockley, Walter H. Brattain et John Bardeen dans les laboratoires de Bell Telephone.
Prix nobel, 1956.
$\longrightarrow$ Deuxième génération d'ordinateur

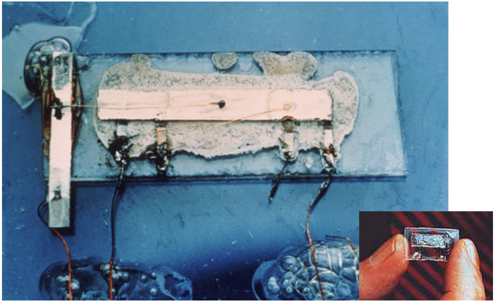


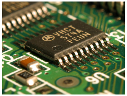
Générations d'ordinateur

1958 : Démonstration du premier circuit intégré crée par Jack Kilby, Texas Instruments.

Prix Nobel physique en 2000.

$\longrightarrow$ troisième génération d'ordinateur

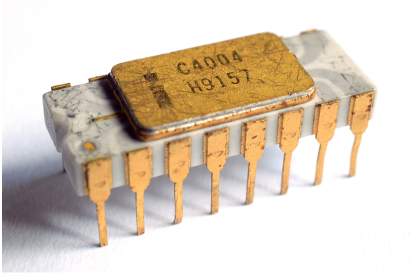




Générations d'ordinateur

1965 : Gordon Moore écrit que la complexité des circuits intégrés doublera tous les ans : "Loi de Moore".

1971 : l'ère du microprocesseur (INTEL) : tout en un
2300 transistors, 92 600 opérations / s, 4 bits, 740 kHz
$\longrightarrow$ Quatrième génération



1993 Pentium : 3 100 000 , 2000 Pentium 4 : 42 000 000, 2015 Core i3 : 1 750 000 000, etc.

Définition d'Ordinateur

En 1955, "ordinateur" : traduction J. Perret de
"electronic data processing machine"
machine électronique de traitement des données.

Définition d'Ordinateur

En 1955, "ordinateur" : traduction J. Perret de "electronic data processing machine"
machine électronique de traitement des données.

$\longrightarrow$ ce que beaucoups de langues nomme “calculateur” (computer)

Définition d'Ordinateur

En 1955, "ordinateur" : traduction J. Perret de
"electronic data processing machine"
machine électronique de traitement des données.

$\longrightarrow$ ce que beaucoups de langues nomme "calculateur" (computer)

Définition Académie française de 1967

Une machine automatique qui permet d'effectuer, dans le cadre de programmes de structure pré-établis, des ensembles d'opérations arithmétiques et logiques à des fins scientifiques, administratives ou comptables.

Définition informatique

En 1962, Philippe Dreyfus employa le mot informatique pour définir le **traitement automatique de l'information.** Maintenant ce mot est employé dans beaucoup de langues (hors anglaise)

$\longrightarrow$ Informatique : composé des 2 mots **information** et **automatique**.

Définition informatique

En 1962, Philippe Dreyfus employa le mot informatique pour définir le **traitement automatique de l'information.** Maintenant ce mot est employé dans beaucoup de langues (hors anglaise)

$\longrightarrow$ Informatique : composé des 2 mots **information** et **automatique**.

Définition Académie francaise de 1967 (officialisation)

Science du traitement rationnel, notamment à l'aide de machines automatiques, de l'information, considérée comme le support de connaissances dans les domaines scientifique, économique et social.

Retour sur les exemples

Quels sont les points communs entre tous ces “algorithmes” ?

- algorithme d'Euclide
- algorithme d'Erastothène
- multiplication égyptienne
- degré de masse corporelle
- recette de cuisine

Caractéristiques d'algorithme

Résolution d'un problème

- algorithme d'Euclide :
  Trouver une unité commune à deux longueurs
- algorithme d'Erastothène :
  Trouver les nombres premiers plus petit que N
- Multiplication égyptienne :
  Calculer le produit de deux nombres
- degré de masse corporelle :
  Donner le degré de corpulence basé sur l'IMC
- recette de cuisine :
  Confectionner la quiche de chez mémé

Caractéristiques d'algorithme

Résolution de manière opératoire

- algorithme d'Euclide :
  "Calculer le quotient de a par b"
- algorithme d'Erastothène :
  "rayer les multiples de ..."
- Multiplication égyptienne :
  "$a \leftarrow E[a/2]$"
- degré de masse corporelle :
  "si $i < 25$ alors ..."
- recette de cuisine :
  "Disposez les petits lardons..."

Caractéristiques d'algorithme

Enoncé dans un langage précis

Langage le plus formelle : sémantique opérationel, axiomatique, ...

- algorithme d'Euclide :
  "quotient"
- algorithme d'Erastothène :
  "rayer les multiples de ..."
- Multiplication égyptienne :
  "$a \leftarrow E[a/2]$"
- degré de masse corporelle :
  "si $i < 25$ alors ..."
- recette de cuisine :
  "Disposez les petits lardons..."

Caractéristiques d'algorithme

Données / informations en entrée

- algorithme d'Euclide :
  les deux nombres a et b
- algorithme d'Erastothène :
  les nombres entiers
- Multiplication égyptienne :
  les deux opérandes
- degré de masse corporelle :
  le poids et la taille
- recette de cuisine :
  Les ingrédients

Caractéristiques d'algorithme

Données / informations en sortie

- algorithme d'Euclide :
  le PGCD
- algorithme d'Erastothène :
  les nombres premiers plus petits que N
- Multiplication égyptienne :
  le produit des nombres
- degré de masse corporelle :
  la classification d'une personne
- recette de cuisine :
  une quiche !

Caractéristiques d'algorithme

S'arrête en temps fini

- algorithme d'Euclide :
  au plus $max(a, b)$?
- algorithme d'Erastothène :
  au plus $\sqrt{N}N$?
- Multiplication égyptienne :
  au plus $\log(a)$?
- degré de masse corporelle :
  5 ou 6 opérations
- recette de cuisine :
  1h...

Tentatives de définitions

définition un peu courte

Un algorithme énonce une résolution sous la forme d'une série d'opérations à effectuer.

Tentatives de définitions

définition un peu courte

Un algorithme énonce une résolution sous la forme d'une série d'opérations à effectuer.

définition (dictionnaire canadien)

Formule ou ensemble d'étapes qu'on applique pour résoudre un problème en particulier. Un algorithme doit avoir un ensemble de règles sans ambiguïté et un point limite bien défini

Tentatives de définitions

définition (Wikipedia)

Un algorithme est un moyen pour un humain de présenter la résolution par calcul d'un problème à une autre personne physique (un autre humain) ou virtuelle (un calculateur). En effet, un algorithme est un énoncé dans un langage bien défini d'une suite d'opérations permettant de résoudre par calcul un problème.

Tentatives de définitions

définition (Wikipedia)

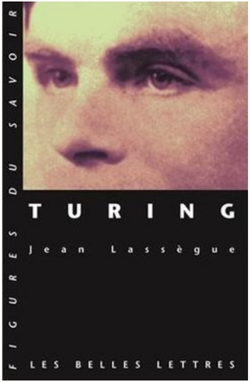
Un algorithme est un moyen pour un humain de présenter la résolution par calcul d'un problème à une autre personne physique (un autre humain) ou virtuelle (un calculateur). En effet, un algorithme est un énoncé dans un langage bien défini d'une suite d'opérations permettant de résoudre par calcul un problème.

définition satisfaisante

Un algorithme est un ensemble fini d'instructions correctement définis qui a pour but la résolution d'une tâche à partir d'un état initial et se terminant sur un état final bien défini.

Bibliographie

Turing, Jean Lassègue, Les belles lettres, 2003.



Alan Turing

- 1912 : naissance à Londres, parents en Inde (1912-21)
- 1926 : entre à la Public School Sherborne
- 1928 : D. Hilbert renouvelle son Programme au Congrés de Bologne
- 1931 : entre au King's College de Cambridge pour suivre des études de mathématiques
- 1931 : K. Gödel : sur les propositions indécidables des Principia Mathematica
- 1933 : Hitler arrive au pouvoir, exil des intellectuels d'Allemagne et d'Europe centrale
- 1934 : Licence de mathématiques avec mention
- 1935 : devient Fellow de Kibg's College
- 1936 : Prouve le résultat négatif de la décidabilité proposé par Hilbert. Part travailler avec A. Church et J. Von Neumann
- 1939 : 4 septembre début de la guerre. Entre au service GCCS à Bletchley Park.
- 1943 : janv. - mars, laboratoire Bell sur des questions de cryptage de la parole ; renontre Shannon
- Commence à concevoir son projet de construire un cerveau

- 1939 : 4 septembre début de la guerre. Entre au service GCCS à Bletchley Park.
- 1943 : janv. - mars, laboratoire Bell sur des questions de cryptage de la parole ; renontre Shannon
- Commence à concevoir son projet de construire un cerveau. National Physical Laboratory pour construire un prototype d'ordinateur
- 1950 Publication de "computing machinery and intelligence"
- 1952 : Publication "La base chimique de la morphogénèse"
- 1954 : Suicide le 7 juin par ingestion d'une pomme au cyanure

Les intérêts scientifiques de M. Turing

- Mathématiques pures (calculs des probabilités et statistiques, théories des nombres, théories des groupes)
- Logique mathématique (décidabilité, calculabilité)
- Cryptologie
- Construction effective des premiers ordinateurs
- Morphogénèse

Articles majeurs

- 1936 (24 ans) : fonde la théorie de la calculabilité,
  Machine de Turing
- 1952 : Théorie générale sur les principes de la morphogénèse
- 1950 : Lien entre logique et biologie. Etude des processus cognitifs par simulation informatique

Articles majeurs

- 1936 (24 ans) : fonde la théorie de la calculabilité,
  Machine de Turing
- 1952 : Théorie générale sur les principes de la morphogénèse
- 1950 : Lien entre logique et biologie. Etude des processus cognitifs par simulation informatique

Turing se place du point de vue de **l'effectivité du calcul** : condition pratique de la réalisation de celui-ci

Calculabilité

Intuition de calculable

"résultat d'une opération conduisant à la détermination exacte et achevée d'un nombre"

3 états de la calculabilité

1. Trouver en un nombre fini d'étapes un résultat exact et achevé
2. Trouver en un nombre fini d'étapes un résultat approché à n'importe quel degré d'approximation décidé à l'avance
3. "incalculable" : pas moyen de trouver une approximation en un nombre fini d'étape

Notion de fonction calculable

si sa valeur pour tout nombre calculable de l'ensemble de départ est un nombre calculable

La formule à 15 ans

$$\tan^{-1}(1) = \frac{\pi}{4}$$

$$\tan^{-1}(x) = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots$$

La formule à 15 ans

$$\tan^{-1}(1) = \frac{\pi}{4}$$

$$\tan^{-1}(x) = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \ldots$$

Turing se place du point de vue de **l'effectivité du calcul** :
condition pratique de la réalisation de celui-ci

Questions de l'époque

- Axiomatique d'euclide
- Multiplication des axiomatiques
- Rapport entre elles, réduction, etc.
- Distinction enter les axiomes formels, et du "domaine"

3, ou 4 problèmes de Hilbert (Bologne 1928)

- Axiomatique formelle est-elle **complète** :
  Toute formule peut-elle être démontrée ou réfuté ?
- Axiomatique formelle est-elle **consistance** :
  Toute formule contradictoire peut-elle être engendrée par les axiomes ?
- Axiomatique formelle est-elle **décidable** :
  existe-il une méthode effective pour décider si une formule est vraie ou fausse ?

Pour les deux premières non, cf Gödel 1929, et 1931.
Pour la dernière non plus, cf. Machine de Turing, 1936