
Première partie I

PROJET DE PROGRAMME DE PREMIÈRE ANNÉE

Informatique théorique et science du numérique

Algorithmique de base et programmation sous Python

- I.1.1 Rappels des principes élémentaires d'Algorithmique et de programmation sous Python
- I.1.2 Structures de données élémentaires (listes, tables de hachage, arbres, ...)
- I.1.3 Techniques de conception et de programmation (récursivité, diviser pour régner, programmation dynamique, ...)
- I.1.4 Différents algorithmes de tri et de recherches (tri par tas, tri rapide, tri par dénombrement, ...)
- I.1.5 Complexité et preuve d'algorithmes.

Algorithmique fondamentale

- I.2.1- Etude et représentation des graphes.
- I.2.2- Algorithmes pour les graphes.
- I.2.3- Algorithmique distribuée.
- I.2.4- Algorithmique probabiliste.

Programmation orienté objet, modélisation et bases de données

- I.3.1 Paradigme orienté objet
- I.3.2 Programmation orienté objet sous Python
- I.3.3 Modélisation UML
- I.3.4 Algèbre relationnelle et requêtes SQL
- I.3.5 Programmation SGBD-Python

Architecture des ordinateurs, système d'exploitation et programmation système

- I.4.1 Composants d'un ordinateur et caractéristiques
- I.4.2 Représentation de nombres et codage
- I.4.3 Fonctionnement général d'un système d'exploitation (processus, espaces d'adressage, ordonnancement, ...)
- I.4.4 Système d'exploitation Unix (utilisation, programmation shell, administration)
- I.4.5- Programmation système et programmation multithreading.

Théorie des langages et compilation

- I.5.1 Concepts de base de la théorie des langages (mot, alphabet, grammaire, ...).
- I.5.2 Langages formels.
- I.5.3 Expressions régulières.
- I.5.4 Compilation (Analyse lexicale et sémantique, ...)

Réseaux informatiques et technologies du Web

- I.6.1 Éléments de base dans un réseau informatique et différentes topologies.
- I.6.2 Modèle OSI.
- I.6.3 Architecture et protocole TCP/IP.
- I.6.4 Sécurité des réseaux et algorithmes de chiffrement.
- I.6.5 Développement des applications web.

Mathématiques Général :

Algèbre linéaire :

- Opérations matricielles usuelles.
- Opérations élémentaires de Gauss : Interprétation matricielle.
- Algorithme du pivot de Gauss : Matrice échelonnée réduite associée à une matrice. Application à la recherche de l'inverse d'une matrice.
- Déterminant d'une famille de vecteurs dans la base canonique en dimension 2 ou 3.
- Déterminant d'une matrice ; multiplicativité du déterminant.
- Formules de Cramer pour des systèmes de 2 ou 3 équations.
- Vecteur propre, valeur propre d'un endomorphisme et d'une matrice ; sous-espace propre associé à une valeur propre.
- Diagonalisation des endomorphismes et des matrices. Cas des endomorphismes et des matrices symétriques.

Analyse réelle :

- Notion de développement limité, unicité.
- Formule de Taylor-Young. Développements limités usuels.

- Exemples de calculs de développements limités.
- Dérivabilité en un point d'une fonction à valeurs complexes définie sur un intervalle de ; dérivabilité à droite, à gauche ; interprétation géométrique dans le cas réel : tangente, demi-tangente. Combinaison linéaire, produit (formule de Leibniz), quotient, composée de fonctions dérivables en un point.
- Fonction dérivable, de classe \mathcal{C}^1 sur un intervalle ; fonction n fois dérivable, de classe \mathcal{C}^n ; fonction de classe \mathcal{C}^∞ . Combinaison linéaire, produit (formule de Leibniz), quotient, composée de fonctions n fois dérivables, de classe \mathcal{C}^n .
- Propriétés globales.
Théorème de Rolle, formule des accroissements finis pour une fonction à valeurs réelles. Inégalité des accroissements finis pour une fonction à valeurs complexes. Caractérisation des fonctions à valeurs réelles dérivables croissantes ou décroissantes, convexes ou concaves.
- Primitive sur un intervalle d'une fonction à valeurs complexes ; intégrale d'une fonction à valeurs complexes continue sur un segment ; interprétation géométrique dans le cas réel ; propriétés : linéarité, additivité, positivité. Inégalité de la moyenne.
- Intégration par parties ; formule de changement de variables.
- intégrale d'une fonction à valeurs complexes continue sur un intervalle quelconque.
- Notion de dérivées partielles premières ou secondes d'une fonction de plusieurs variables. Fonctions de classe \mathcal{C}^1 ou de classe \mathcal{C}^2 .

Équations différentielles linéaires scalaires du premier ordre :

Équations linéaires du deuxième ordre à coefficients constants : équation caractéristique, système fondamental de solutions de l'équation homogène associée, méthode de Lagrange (de la variation des constantes), cas où le second membre est une fonction polynôme-exponentielle, problème de Cauchy.

Suites de nombres réels :

convergence. Comparaisons des suites. Notation de Landau

Suites définies par une relation $u_{n+1} = f(u_n)$:

Étude graphique. Points fixes attractifs. Points fixes répulsifs.

Séries :

- Convergence des séries à termes réels. Séries géométriques, séries de Riemman. Convergence absolue. Produits de séries.
- Séries à termes positifs
- Séries alternées
- Suites et séries à termes complexes.

Probabilité :

- Combinatoire
- Vocabulaire probabiliste

- Probabilité et probabilité conditionnelle
- Variables aléatoires discrètes finies. Lois usuelles
- Couples de variables aléatoires discrètes finies
- Variables aléatoires discrètes infinies. Lois usuelles
- Variables a densité continue par morceaux . lois usuelles
- Inégalité de bienaymé-Tchebychev
- Suite de variables aléatoires indépendantes, loi faible des grands nombres pour une suite de variables aléatoires indépendantes et de même loi
- Approximation de la loi binomiale par la loi de poisson ou la loi normale

Statistique descriptive :

- Vocabulaire de la statistique
- Analyse d'un caractère quantitatif
- Analyse d'un couple qualitatifs
- Couple de caractères quantitatifs

Modélisation et calcul scientifique :

Systemes linéaires $AX = b$:

- Méthodes directes : Méthodes de factorisations : Factorisation LU. Méthode de CHOLESKY.
Factorisation QR, Guauss Jordan, ...
- Méthodes itératives : JACOBI, GAUSS-SEIDEL, relaxation. Gradient conjugué, Méthode des descentes et du gradient pour les systèmes linéaires symétriques définis positifs, ...

Recherche des valeurs propres :

Méthode de la puissance, QR -FRANCIS. Accélération de la convergence.

Méthodes de résolution approchée des équations $f(x) = 0$:

dichotomie, méthode de PICARD, méthode de NEWTON, méthode de la sécante, ...

Calcul Approché d'intégrales :

Méthode des rectangles, des trapèzes, de Simson, estimation de l'erreur.

Méthodes numériques pour la résolution d'équations différentielles ordinaires

Méthodes d'Euler explicite et implicite. Méthodes de type RUNGE-KUTTA(RK2,RK4, ...).

Préparation au métier de l'enseignement :

Langue et Communication :

- Théorie et Techniques de Communication
- Argumentation
- Anglais

Réglementation

Sciences de l'éducation

Deuxième partie II

PROJET PROGRAMME DE LA DEUXIÈME ANNÉE

Informatique théorique et science du numérique

Théorie des automates et langages

- II.1.1 Rappels : alphabets, mots, grammaire, langages formels, ...
- II.1.2 Automate finis déterministes.
- II.1.3 Automates finis non-déterministes.
- II.1.4 Langages réguliers et automates.
- II.1.5 Langages algébriques.

Logique et preuve :

- II.2.1 Calculabilité et décidabilité.
- II.2.2 Logique propositionnelle.
- II.2.3 Logique du premier ordre.

Architecture distribuée et mobile et Technologies émergentes :

- II.3.1 Architectures des plates-formes parallèles.
- II.3.2 Applications distribuées.
- II.3.3 Développement d'applications mobiles.

- II.3.4 Technologies émergentes (Ingénierie du BIG DATA, E-Learning, Cloud Computing,...).

Modélisation et calcul scientifique :

Transformées de Fourier et de Laplace :

Séries de Fourier, Transformation de Fourier continue, Transformation de Laplace, Application à la résolution des équations différentielles et application au traitement du signal, ...

Transformée de Fourier discrète 1D, FFT, FFD, ...

Différences Finies :

Méthode des différences finies pour la résolution des équations différentielle aux dérivées partielles.

Statistiques descriptives

Statistiques descriptives univariées

- Séries statistique associée à un échantillon
- Effectifs, fréquence, fréquence cumulées, diagrammes en bâton, histogramme
- Indicateurs de position : moyenne, médiane, mode, quantiles.
- Indicateurs de dispersion : étendue, variance et écart-type empiriques, écart inter quantile.

Statistiques descriptives bivariées

- Série statistique à deux variables, nuage de points associé
- Point moyen (x,y) du nuage
- Covariance empirique, coefficient de corrélations empirique, droites de régression.

Chaînes de Markov

- Matrice de transition
- Étude sur des exemples simples,
- Comportement limite

Simulation de lois, application au calcul d'espérances

- Simulation de la loi uniforme
- Méthodes de simulation d'une loi géométrique
- Simulation de la loi de $\frac{Y_1 + \dots + Y_n}{n}$ ou Y_1, \dots, Y_n sont des variables aléatoires indépendantes suivant toutes la loi uniforme à densité sur $[0, 1]$.
- Moyenne empirique et variance empirique
- Comparaison de différents estimateurs ponctuels d'un paramètre.
- Méthode de Monte-Carlo : principe et application.

Traitement d'images.

- Images numériques et procédés d'acquisition
- Traitement ponctuel des images numériques
- Débruitage et filtrage
- Segmentation

Cryptographie.

- Chiffrement classiques
- Cryptage
- Théorie de Shonnon
- Chiffrement de données : DES
- Chiffrement RSA

Approximation polynômiale

- Polynôme d'interpolation de LAGRANGE. Convergence de l'interpolation de Lagrange. Phénomène de Runge.
- Formule de Newton : Différences divisées.

Optimisation

- Méthodes de résolution d'un problème de minimisation : minimum d'une fonction sans hypohèses de convexité. Minimum d'une fonction sur un ensemble convexe.
- Extremums des fonctions réelles de n variables réelles : multiplicateurs de LAGRANGE. Mise en oeuvre de l'algorithme de gradient à pas constant.
- Minimisation d'une fonctionnelle quadratique : méthodes de gradient. Méthode des moindres carrés et applications.

Exemples de méthodes de résolution d'équations aux dérivées partielles

- Notions élémentaires sur les équations aux dérivées partielles classiques en dimension un.
- Équations des ondes et de la chaleur : résolution par transformée de FOURIER.
- Équations elliptiques. Exemples de discrétisation de problèmes aux limites en dimension un par la méthode des différences finies : notions de consistance, stabilité, convergence, ordre.