

Plan de cours détaillé pour ECN 6338: Analyse numérique en économie

William McCausland

19/10/2021

Documents

Documents obligatoires

Manuel principal

- Kenneth Judd, “Numerical Methods in Economics”

Livres gratuits (fournis par les auteurs) supplémentaires

- Devroye (1986), “Non-Uniform Random Number Generation”
- Train (2009), “Discrete Choice Methods with Simulation”, 2e édition

Papiers scientifiques

- Geweke and Durham (2019), “Sequentially adaptive Bayesian learning algorithms for inference and optimization”
- Creal (2012), “A Survey of Sequential Monte Carlo Methods for Economics and Finance”

Autres documents

- Diverses pages Wikipédia
- Notes et diapositives du professeur

Documents recommandés sur les matières préalables

- Avinash K. Dixit (1990), “Optimization in Economic Theory”

Évaluation

Les éléments de l'évaluation sont

1. Environ dix interrogations de dix minutes (20%)
2. Quatre exercices de computation (40%)
3. Un projet de computation (15%)
4. Un examen final (25%)

Matière organisée par cours

Cours 1, Introduction

Matières

1. Dérivées multivariées, vecteur gradient, matrices jacobienne et hessienne

2. Valeurs propres de matrices carrées
3. Analyse (de la complexité) d'algorithmes
4. Analyse des erreurs numériques
5. Parallélisme

Lectures

1. Judd, Chapitres 1 et 2
2. Page Wikipédia sur [P et NP](#)
3. Page Wikipédia sur [l'algorithme de Strassen](#)

Cours 2, La résolution de systèmes d'équation linéaires

Matières

1. Décompositions LU , QR et Cholesky d'une matrice
2. Conditionnement
3. Méthodes directes pour la résolution de systèmes linéaires
4. Méthodes itératives pour la résolution de systèmes linéaires
5. Applications
 - a. rotation des matrices de coefficients de pondération
 - b. génération de variables aléatoires gaussiennes multivariées
 - c. computation de la loi stationnaire d'une chaîne markovienne à espace-état fini

Lectures

1. Judd: 3.1, 3.2, 3.5, 3.6, 3.8, 3.11
2. Notes du professeur sur la génération de variables aléatoires gaussiennes multivariées
3. Notes du professeur sur l'identification et les rotations dans les modèles à facteurs

Cours 3, Quelques sujets préalables

Matières

1. Optimisation sous contraintes, conditions de Karush-Kuhn-Tucker
2. Programmation dynamique
3. Maximum de vraisemblance
4. Inférence bayésienne
5. Applications : (cas simples où les méthodes numériques ne sont pas nécessaires)
 - a. un problème de consommateur avec rationnement
 - b. un problème d'épargne sous incertitude
 - c. analyse maximum de vraisemblance d'un modèle Poisson de comptes de transactions
 - d. analyse bayésienne du même modèle

Lectures

1. Notes du professeur basées sur les exemples 3.1 "Rationing" et 11.1 "Search" de Dixit (1990).
2. Page Wikipédia sur [l'estimation maximum de vraisemblance](#), Sections "Principles", "Properties" et "Examples"
3. Page Wikipédia sur [l'inférence bayésienne](#), Sections "Introduction to Bayes' Rule" and "Formal Description of Bayesian Inference".

Cours 4, L'optimisation statique

Matières

1. Problèmes unidimensionnels

2. Méthodes de comparaison
3. Méthode de Newton et ses raffinements
4. Programmation linéaire
5. Programmation non-linéaire avec et sans contraintes
6. Applications:
 - a. la résolution de problèmes principal-agent
 - b. la computation d'équilibre de Nash des jeux du type action-discrète
 - c. maximisation de vraisemblance pour un modèle GEV (Generalized Extreme Value) du choix de mode de transport

Lectures

1. Judd: 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9
2. Train: chapitre 4

Cours 5, La résolution de systèmes d'équation non-linéaires

Matières

1. La résolution d'équations univariées
 - a. la méthode de bisection
 - b. la méthode de Newton, la convergence, des règles d'arrêt
2. La résolution de systèmes d'équation
 - a. itération Gauss-Jacobi et Gauss-Seidel
 - b. itération point fixe
 - c. les méthodes de Newton et Broydon
3. Application: la computation d'équilibre d'oligopole

Lectures

1. Judd: 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5

Cours 6, L'approximation de fonctions

Matières

1. Approximation locale, développement de Taylor, approximant de Padé
2. Suites de polynômes orthogonaux, approximation de moindres carrés
3. Approximation uniforme
4. Interpolation
5. Interpolation par morceaux, splines
6. Application : approximation de la courbe des contrats dans une économie à deux personnes et deux biens

Lectures

1. Judd: 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.8, 6.9

Cours 7, L'intégration et la dérivation (méthodes déterministes)

Matières

1. Newton-Cotes
2. La quadrature unidimensionnelle et multidimensionnelle
3. Dérivation numérique
4. Dérivation automatique
5. Application : évaluation d'utilité actualisée en temps continu

Lectures

1. Judd: 7.1, 7.2, 7.3, 7.5, 7.6, 7.7
2. Page Wikipédia sur [la dérivation automatique](#)

Cours 8, La génération de variables aléatoires univariées

Matières

1. La génération de nombres pseudo-aléatoires et le Mersenne Twister
2. La génération de variables aléatoires non-uniformes
 - a. méthode de l'inverse de la fonction de répartition (avec exemple Weibull)
 - b. méthode de rejet (avec exemple gamma)
 - c. l'algorithme Ziggurat (avec exemple gaussien)
3. Les nombres quasi-aléatoires et les suites à discrétion faible
4. La génération directe faisable de quelques variables aléatoires multivariées (gaussiennes, dirichlet, wishart)
5. Application : intégration stochastique dans l'exemple de l'évaluation d'utilité actualisée en temps continu

Lectures

1. Judd: 8.1, 8.2, 8.3
2. Page Wikipédia sur le [Mersenne Twister](#)
3. Page Wikipédia sur l'algorithme [Ziggurat](#)
4. Devroye II.2 and II.3 (méthode de l'inverse de la fonction de répartition, méthode de rejet)
5. Page Wikipédia sur la [méthode de rejet](#), Sections "Description", "Theory" et "Algorithm"

Cours 9, La génération de variables aléatoires multivariées

Matières

1. L'échantillonnage préférentiel (importance sampling)
2. L'algorithme Metropolis-Hastings
3. L'échantillonnage de Gibbs
4. Applications :
 - a. simulation postérieure pour un modèle probit du choix discret
 - b. maximum de vraisemblance simulée pour un modèle mixed-logit du choix discret

Lectures

1. Judd: 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5
2. Page Wikipédia sur l'[échantillonnage préférentiel](#), Sections "Basic Theory" et "Application to Simulation"
3. Page Wikipédia sur l'algorithme [Metropolis-Hastings](#), Sections "Intuition" et "Formal Derivation"
4. Page Wikipédia sur l'[échantillonnage de Gibbs](#), Section "Implementation"
5. Train: chapitres 5, 6, 10

Cours 10, La simulation Monte Carlo séquentielle

Matières

1. La simulation Monte Carlo séquentielle
2. Familles d'algorithmes reliées
 - a. le recuit simulé (simulated annealing)
 - b. le filtre particulaire (particle filter)
3. Applications
 - a. maximum de vraisemblance pour un modèle EGARCH avec un vraisemblance autrement infaisable

- b. inférence bayésienne pour le même modèle

Lectures

1. Geweke et Durham (2019)
2. Creal (2012)
3. Judd: 8.3, section “Simulated Annealing”

Cours 11, La résolution des équations différentielles

Matières

1. Équations différentielles avec conditions au bord
2. La résolution de systèmes d'équations différentielles linéaires
3. Les méthodes du type Runge-Kutta pour les équations différentielles non-linéaires
4. Applications :
 - a. Calcul de l'équilibre d'un modèle de signalisation de Spence
 - b. Problèmes de commande optimale (optimal control) dans un modèle “cycle de vie” avec consommation et offre de travail

Lectures

1. Judd: 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6, 10.7

Cours 12 et 13, La programmation dynamique

Matières

1. Le problème canonique de programmation en temps discret
2. Le problème canonique de programmation en temps continu
3. Problèmes avec horizon fini, problèmes avec horizon infini
4. Problèmes avec transitions déterministes, problèmes avec transitions stochastiques
5. Problèmes avec espace-état fini
6. Itération de la fonction de valeur
7. Itération de la fonction de politique
8. Discrétisation de problèmes avec espace-état continu
9. Application : problèmes d'accumulation stochastiques

Lectures

1. Judd: 12.1, 12.2, 12.3, 12.4, 12.5