CS-308

Calcul quantique

Macris Nicolas

Cursus	Sem.	Type
Informatique	BA6	Opt.
Systèmes de communication	BA6	Opt.

Langue d'enseignement	français
Crédits	4
Session	Eté
Semestre	Printemps
Examen	Ecrit
Charge	120h
Semaines	14
Heures	**4 hebdo**
Cours	3 hebdo
Exercices	1 hebdo
Nombre de places	

Remarque

Cours indépendant de "Traitement quantique de l'information" (COM-309)

Résumé

Avec la miniaturisation des ordinateurs nous sommes conduits à réviser les paradigmes du calcul classique pour développer des modèles de calcul quantique. Le cours introduit les notions de bit quantique, les portes logiques et circuits quantiques, puis traite les principaux algorithmes quantiques.

Contenu

Intrduction au calcul quantique
- Calcul classique: modèle des circuits classiques, calcul réversible.
- Bits quantiques, espace de Hilbert de N qubits, transformations unitaires et portes logiques élémentaires, postulat de la mesure.
- Modèle des circuits quantiques, portes universelles.
- Problème de Deutsch et Josza.

Algorithmes de base
- Sous espace vectoriel cache et algorithme de Simon.
- Intermède mathématique: factorisation d'un entier et période de fonctions discrètes. Notions sur les fractions continuées.
- Transformée de Fourier quantique et algorithme de recherche de la période d'une fonction discrète.
- Algorithme de factorisation de Shor.
- Algorithme de Grover pour la recherche dans une base de donnée.

Intrication (sujet a choix et facultatif)
- Etats intriques et circuits associés.
- Protocoles avec opérations locales quantiques + communication classique.
- Protocole de distillation et mesure de l'intrication.

Codage (sujet a choix et facultatif)
- Modèles de bruit et erreurs dans les états quantiques**.**
- Code correcteurs de Shor et Steane.
- Codes stabilisateurs.

Mots-clés

Calcul quantique, circuits quantiques, portes universelles, transformée de Fourier quantique, algorithme de Shor, Grover, intrication, codes quantiques.

Compétences requises

Cours prérequis obligatoires

Algèbre linéaire.

Concepts importants à maîtriser

Matrices, valeurs et vecteurs propres, produit scalaire, nombre complexes.

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant doit être capable de:

- Expliquer le concept d'algorithme quantique sur le modèle des circuits.
- Connaitre les portes universelles utilisées dans un circuit quantique.
- Expliquer les principaux algorithmes quantiques
- Calculer l'évolution d'un état à travers un circuit quantique
- Appliquer le postulat de la mesure
- Faire des calculs algébriques impliquant des états à plusieurs qubits en notation de Dirac

Méthode d'enseignement

Ex-Cathedra. Exercices. Lectures d'articles pedagogiques sur les sujets a choix.

Travail attendu

Participation au cours, exercices et lectures pedagogiques sur les sujets a choix.

Méthode d'évaluation

midterm 20%, 4 graded homeworks 20%, examen final ecrit 60%.

Ressources

Bibliographie

N. David Mermin: ***Quantum Computer Science, an introduction.*** *Cambridge University Press*
Nielsen and Chuang: ***Quantum Computation and Information.*** *Cambridge University Press*

Ressources en bibliothèque

- Quantum Computation and Information / Nielsen
- Quantum Computer Science / Mermin

Polycopiés

Notes de cours

Sites web

- http://ipg.epfl.ch/doku.php?id=en:courses

Préparation pour

COM-611 Quantum Information Theory and Computation