

Introduction

IFT503/711 – Théorie du calcul

Hiver 2020



- Plan de cours
- Introduction à la théorie du calcul

Plan de cours

Michael Blondin

@ michael.blondin@usherbrooke.ca

🌐 info.usherbrooke.ca/mblondin

📍 bureau D4-1024-1 au 1^{er} étage

Manuel Lafond

@ manuel.lafond@usherbrooke.ca

🌐 info.usherbrooke.ca/mlafond

📍 bureau D4-2010 au 2^{ème} étage

Dave Touchette

@ dave.touchette@usherbrooke.ca

📍 bureau D4-2005 au 2^{ème} étage

| | | |
|------------------|----------|---------------|
| Cours | Jeudi | 10h30 – 12h30 |
| | Vendredi | 10h30 – 11h30 |
| Exercices | Vendredi | 11h30 – 12h30 |

Préalable (au 1^{er} cycle):

- IFT313 – Introduction aux langages formels

Atouts:

- IFT436 – Algorithmes et structures de données
- IFT339 – Structures de données

Utile pour:

- tout cours avec des problèmes algorithmiques

- Qu'est-ce qu'un ordinateur et un algorithme?
- L'ordinateur peut-il répondre à toutes nos questions?
- Peut-on toujours rendre un algo. efficace?
- Peut-on surmonter les problèmes difficiles?
- Y a-t-il un lien entre temps poly. et exp.?
- Plusieurs processeurs = toujours plus rapide?
- Qu'est-ce que l'ordinateur quantique?

Grandes questions du cours

- Qu'est-ce qu'un ordinateur et un algorithme?
- L'ordinateur peut-il répondre à toutes nos questions?
- Peut-on toujours rendre un algo. efficace?
- Peut-on surmonter les problèmes difficiles?
- Y a-t-il un lien entre temps poly. et exp.?
- Plusieurs processeurs = toujours plus rapide?
- Qu'est-ce que l'ordinateur quantique?

Grandes questions du cours

- Qu'est-ce qu'un ordinateur et un algorithme?
- L'ordinateur peut-il répondre à toutes nos questions?
- Peut-on toujours rendre un algo. efficace?
- Peut-on surmonter les problèmes difficiles?
- Y a-t-il un lien entre temps poly. et exp.?
- Plusieurs processeurs = toujours plus rapide?
- Qu'est-ce que l'ordinateur quantique?

Grandes questions du cours

- Qu'est-ce qu'un ordinateur et un algorithme?
- L'ordinateur peut-il répondre à toutes nos questions?
- Peut-on toujours rendre un algo. efficace?
- **Peut-on surmonter les problèmes difficiles?**
- Y a-t-il un lien entre temps poly. et exp.?
- Plusieurs processeurs = toujours plus rapide?
- Qu'est-ce que l'ordinateur quantique?

Grandes questions du cours

- Qu'est-ce qu'un ordinateur et un algorithme?
- L'ordinateur peut-il répondre à toutes nos questions?
- Peut-on toujours rendre un algo. efficace?
- Peut-on surmonter les problèmes difficiles?
- Y a-t-il un lien entre temps poly. et exp.?
- Plusieurs processeurs = toujours plus rapide?
- Qu'est-ce que l'ordinateur quantique?

Grandes questions du cours

- Qu'est-ce qu'un ordinateur et un algorithme?
- L'ordinateur peut-il répondre à toutes nos questions?
- Peut-on toujours rendre un algo. efficace?
- Peut-on surmonter les problèmes difficiles?
- Y a-t-il un lien entre temps poly. et exp.?
- Plusieurs processeurs = toujours plus rapide?
- Qu'est-ce que l'ordinateur quantique?

Grandes questions du cours

- Qu'est-ce qu'un ordinateur et un algorithme?
- L'ordinateur peut-il répondre à toutes nos questions?
- Peut-on toujours rendre un algo. efficace?
- Peut-on surmonter les problèmes difficiles?
- Y a-t-il un lien entre temps poly. et exp.?
- Plusieurs processeurs = toujours plus rapide?
- Qu'est-ce que l'ordinateur quantique?

Fondements

1. Calculabilité
2. Décidabilité
3. Logique
4. P vs. NP

Sujets avancés

5. Calcul parallèle
6. Approximabilité
7. Temps exponentiel
8. Informatique quantique

1. Calculabilité

8h (Blondin)

- Ordinateur et algorithmes: formalisation
- Machine de Turing
- Hypothèse de Church-Turing
- Temps et mémoire

2. Décidabilité

8h (Touchette)

- Problèmes décidables et non décidables
- Réductions entre problèmes
- Problème de l'arrêt
- Théorème de récursion

3. Logique

4h (Blondin)

- Logique du premier ordre
- Arithmétique: décidabilité et indécidabilité

4. P vs. NP

8h (Lafond)

- Temps polynomial déterministe et non déterministe
- Réductions polynomiales
- NP-complétude

5. Calcul parallèle

4h (Blondin)

- Classes à l'intérieur de P
- Circuits booléens
- P-complétude

6. Approximabilité

4h (Lafond)

- Algorithmes d'approximation
- Vérifiabilité probabiliste
- Limitations de l'approximabilité

7. Temps exponentiel

4h (Lafond)

- Hypothèse du temps exponentiel (faible et forte)
- Implications calculatoires

8. Informatique quantique

6h (Touchette)

- Circuits quantiques
- Algorithmes quantiques

Cours théorique (pas de programmation)

- Enseignement au tableau
- Certaines notes de cours en ligne
- Références:
 - M. SIPSER: *Introduction to the Theory of Computation*, 2^{ème} édition
 - S. ARORA, B. BARAK: *Computational Complexity: A Modern Approach*
 - I. CHUANG, M. NIELSEN: *Quantum Computation and
Quantum Information*

- 6 devoirs
- 1^{er} cycle: à deux ou individuel
- 2/3^{ème} cycles: individuel + questions avancées

| | |
|-------------------|-----|
| Devoirs | 60% |
| Examen périodique | — |
| Examen final | 40% |

| Sujets | Devoirs |
|--|-------------------------|
| 1: Calculabilité | — |
| 2: Calculabilité | — |
| 3: Décidabilité | Devoir 1 ~2 semaines |
| 4: Décidabilité | |
| 5: Logique | Devoir 2 ~2 semaines |
| 6: P vs. NP | |
| 7: P vs. NP | Devoir 3 ~2 semaines |
| 8: Pas de cours (examens autres cours) | |
| 9: Relâche | — |

| Sujets | Devoirs |
|---------------------------|-------------------------|
| 10: Calcul parallèle | — |
| 11: Approx. et temps exp. | Devoir 4 ~1 semaine |
| 12: Approx. et temps exp. | Devoir 5 ~2 semaines |
| 13: Info. quantique | |
| 14: Info. quantique | Devoir 6 ~1 semaine |
| 15: Examen final | — |
| 16: Examen final | — |

Sur **rendez-vous**

en priorité avec le prof.
qui a enseigné la matière

 grif.usherbrooke.ca/calcul

Calculabilité