ICC: Programmation

GC/MX, Cours 12, 6 décembre 2019

Jean-Philippe Pellet

Previously, on Programmation...

- Types de base en Python: int, float, str, bool
- Méthodes, fonctions et slicing pour calculer des valeurs dérivées
- Conditions pour exécuter du code selon la valeur d'une expression booléenne
- Boucles pour exécuter du code plusieurs fois:
- Déclaration de fonctions avec type de retour et paramètres
- Utilisation de listes, sets, dictionnaires, tuples
- Déclaration de classes simples et de méthodes dans ces classes
- Création d'interfaces graphiques simples avec Tkinter
  - Fenêtres, Frames, geometry manager, widgets
- Fonctions comme valeurs, paramètres…
  - Fonctions d'ordre supérieur
  - Fonctions lambda
- Déclaration de sous-classes
  - Héritage des champs et des méthodes

Répétition — Sous-classes

- Déclaration de la superclasse:

```
class A:
    ...

class B(A):
    ...
```

Entre parenthèses, nom de la superclasse (préalablement déclarée). Il peut y avoir plusieurs superclasses

- Appel du __init__ de la superclasse:

```
class B(A):
    def __init__(self, ...):
        A.__init__(self, ...)
        self...
```

Méthode __init__ normale…

… mais qui appelle la méthode __init__ de la superclasse A en répétant le paramètre *self*

Elle peut ensuite continuer à faire son travail, par exemple assigner de nouveaux champs, comme d'habitude

Examen final

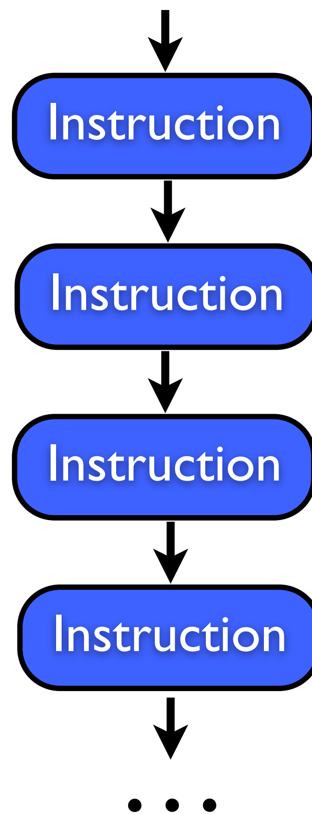
- **Vendredi 20 décembre, 8h00 à 11h00** (salles selon Moodle)
- **Format**: sur papier, similaire à l'examen intermédiaire théorique
  - — QCM partie théorique (10 points)
  - — QCM partie programmation (10 points)
  - — 2 question ouvertes (30 points)
- Documents **autorisés**
  - — Version papier ou électronique (page Moodle) du matériel de cours
    - ➡ Vos notes de cours manuscrites
    - ➡ Séries d'exercices et solutions
- **Non autorisé**:
  - — utilisation de votre ordinateur pour autre chose que la consultation de la page Moodle du cours ou de vos documents annotés
  - — calculateur ou smartphone
  - — communication par email ou autre

Cours de cette semaine

Threads
Problème des données partagées

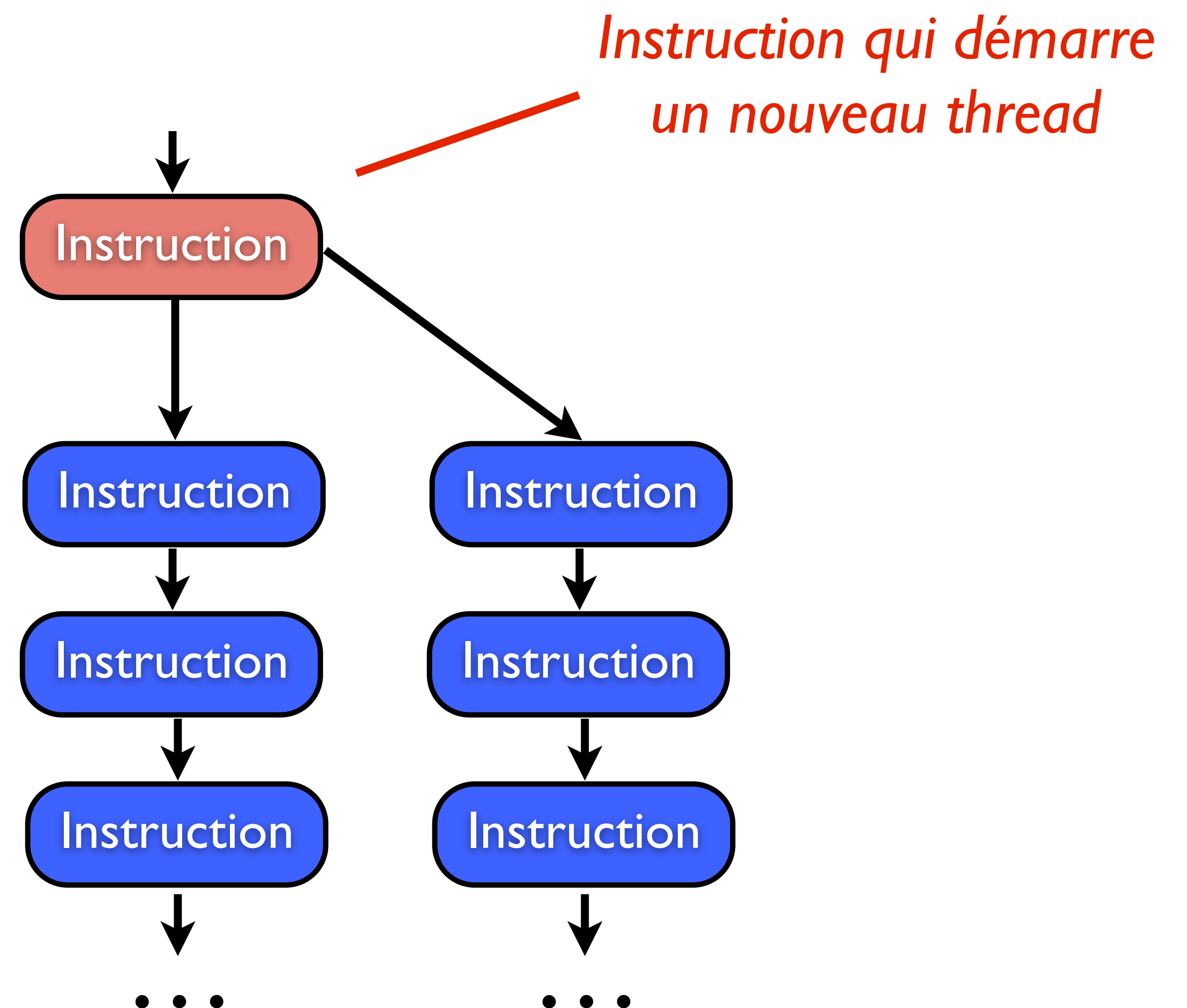
Le thread: un fil d'exécution

Un seul thread
(ce qu'on connaît)



Plusieurs threads

Instruction qui démarre un nouveau thread



Démo

Les threads en Java

On importe les choses nécessaires

```
from threading import Thread, current_thread
from time import sleep

def say_hello_periodically() -> None:
    thread_name = current_thread().getName()
    while True:
        print(f"Hello from thread {thread_name}")
        sleep(1.0)


thread1 = Thread(target=say_hello_periodically)
thread2 = Thread(target=say_hello_periodically)

thread1.start()
thread2.start()
```

Cette fonction sera indiquée aux nouveaux threads pour exécution

On dit bonjour en affichant le nom du thread

On attend une seconde avant de répéter la boucle

Deux nouveaux threads avec comme tâche à faire le code préparé en haut

On démarre enfin les threads. *L'exécution de la méthode en cours continue immédiatement!*

Threads

- Un Thread est un «fil d'exécution»
  - — Construit avec une fonction à exécuter pour lui dire quoi faire
    - ➡ Plusieurs threads peuvent utiliser la même fonction, comme dans l'exemple d'avant
  - — On n'appelle pas la fonction avec `()`, mais on indique juste son nom
    - ➡ Comme pour les fonctions qu'on passe à un bouton dans Tkinter, par exemple
  - — On le démarre en appelant sa méthode `start()`

Exécution des threads

- Le code des threads s'exécute en parallèle — ou de manière concurrente
  - Vraiment parallèle si plusieurs processeurs
  - Sinon, un petit bout de chaque thread est exécuté, puis on change (système *round-robin*)
- Le système d'exploitation s'occupe de la planification (*scheduling*) des threads
  - En fonction des autres programmes qui tournent
  - Impossible de prédire ce qui va être exécuté quand entre plusieurs threads!
  - Problème pour l'accès aux données partagées entre plusieurs threads

Exemple: retrait et dépôt d'argent

```
class BankAccount:
    def __init__(self) -> None:
        self.balance: int = 0

    def change_balance(self, delta: int) -> None:
        new_balance = self.balance + delta
        self.balance = new_balance
```

Situation initiale: balance == 1000

Vous déposez 200 fr. sur un thread du système de transactions bancaires

```
account.change_balance(delta=200)
```

```
new_balance = self.balance + 200
self.balance = new_balance
```

Votre partenaire retire 100 fr. «sur un autre thread»

```
account.change_balance(delta=-100)
```

```
new_balance = self.balance - 100
self.balance = new_balance
```

Résultat: balance == ? **1100, 900, 1200!**

Les scénarios possibles

Scénario 1

```
# balance vaut 1000

new_balance = self.balance + 200
# new_balance du thread 1 vaut 1200
self.balance = new_balance
# balance vaut 1200

-- CHANGEMENT DE THREAD

    new_balance = self.balance - 100
    # new_balance du thread 2 vaut 1100
    self.balance = new_balance
    # balance vaut 1100
```

Résultat: 1100

Scénario 2

```
# balance vaut 1000

new_balance = self.balance + 200
# new_balance du thread 1 vaut 1200

-- CHANGEMENT DE THREAD

    new_balance = self.balance - 100
    # new_balance du thread 2 vaut 900
    self.balance = new_balance
    # balance vaut 900

-- CHANGEMENT DE THREAD

self.balance = new_balance
# balance vaut 1200!
```

Résultat: 1200! :-)

Les scénarios possibles (*suite*)

Scénario 3

```
# balance vaut 1000

new_balance = self.balance + 200
# new_balance du thread 1 vaut 1200

-- CHANGEMENT DE THREAD

    new_balance = self.balance - 100
    # new_balance du thread 2 vaut 900

-- CHANGEMENT DE THREAD

self.balance = new_balance
# balance vaut 1200!

-- CHANGEMENT DE THREAD

    self.balance = new_balance
    # balance vaut 900!
```

Beaucoup d'autres scénarios possibles, surtout avec davantage de threads

Résultat: 900! :-(

Locks

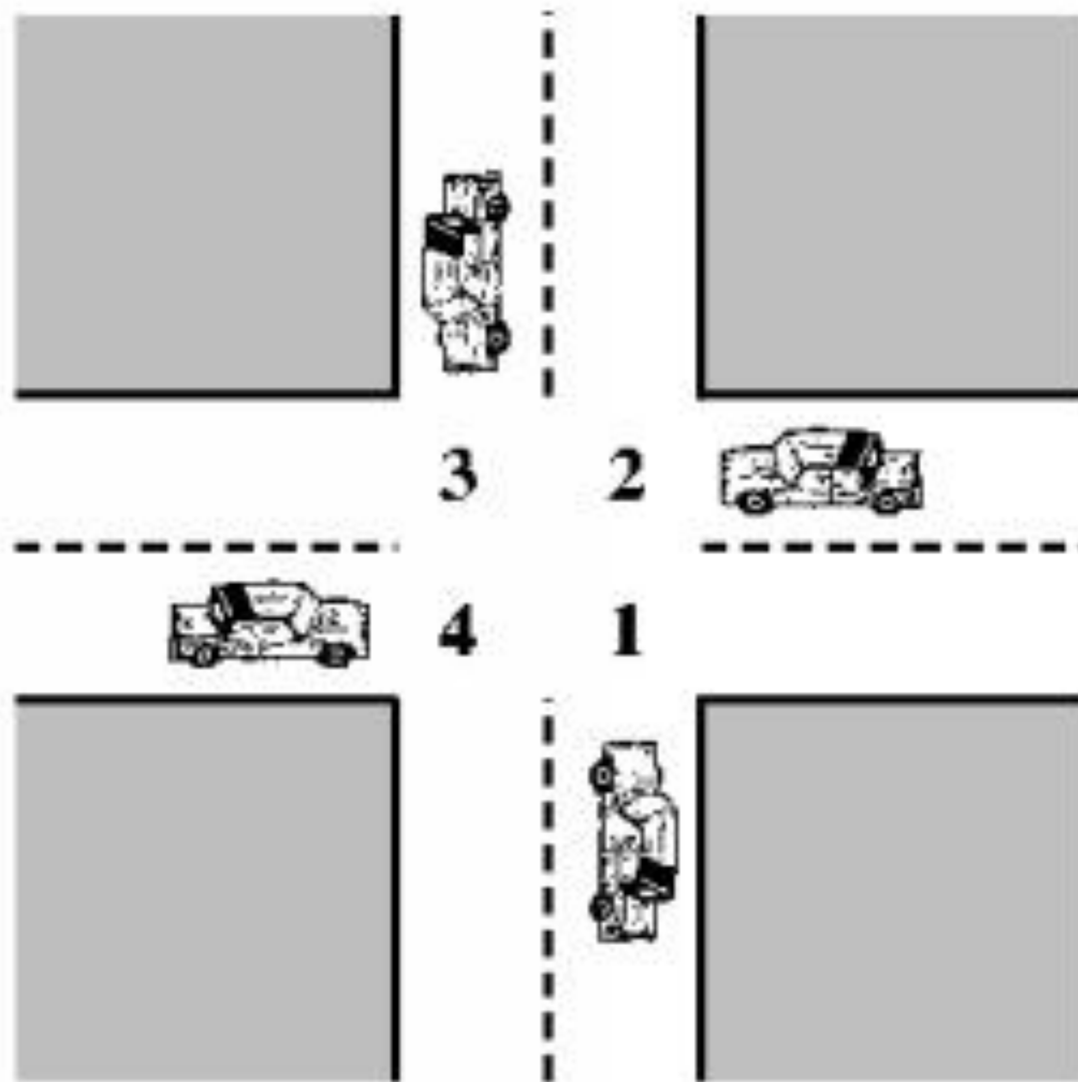
```python
from threading import Lock

class BankAccount:
    def __init__(self) -> None:
        self.balance: int = 0
        self.lock = Lock()

    def change_balance(self, delta: int) -> None:
        with self.lock:
            new_balance = self.balance + delta
            self.balance = new_balance
```

Un *Lock* (verrou) est créé pour «fermer à clé» pendant qu'on travaille sur cet objet

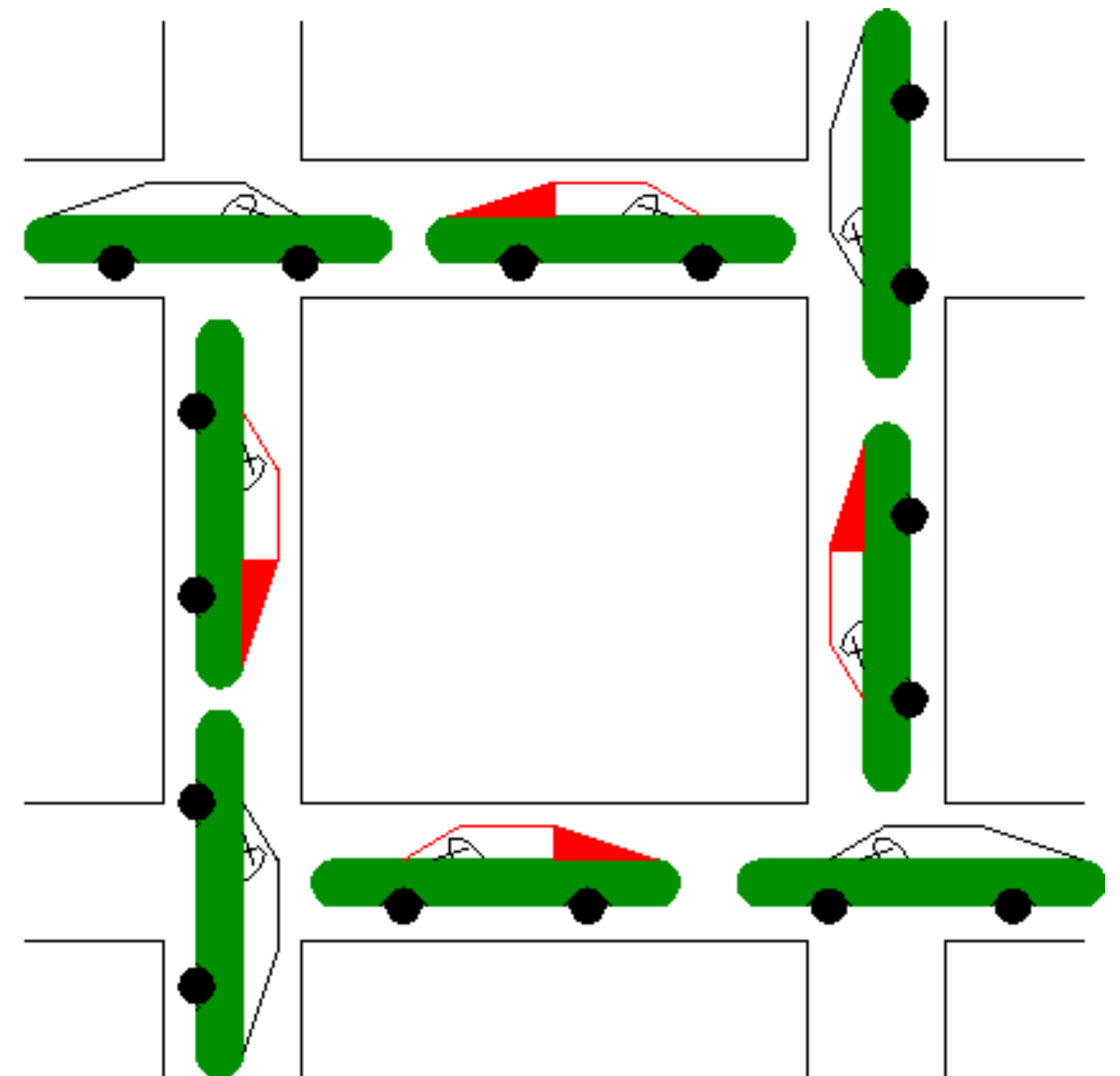
Ceci se passe uniquement avec «la porte verrouillée»

- Maintenant, le seul scénario possible est celui où le premier thread qui appelle cette méthode finit complètement la méthode avant qu'un autre y entre
- Les autres threads sont bloqués et doivent attendre
- OK dans ce cas-ci, mais rapidement complexe dans du code réel: plusieurs threads peuvent s'attendre les uns les autres et être tous bloqués, c'est un deadlock

Deadlocks dans la vie de tous les jours



Qui a la priorité?



Qui a une assez bonne vue d'ensemble pour résoudre ce problème?

Threads dans le miniprojet

- Dans toute application graphique:
  - Le thread principal est utilisé par l'interface graphique pour «attendre» et réagir aux événements (clavier, souris, etc.)
  - Pour toute opération qui prend longtemps, on crée un autre thread
    - ➡ Ceci permet à l'interface graphique de continuer à réagir
- Dans le miniprojet: time.pause() pour faire des pauses
  - time.pause() bloque le thread qui l'appelle
  - Tout ceci doit donc être sur un autre thread

Threads dans le miniprojet

À la fin du main, lors du démarrage de l'exécution de la liste d'instructions:

```
execute_program(program, program.P1)
update_view(None, -1)
```

Ceci va finir par appeler pause() (via execute_program) sur le thread de l'interface graphique et empêcher les interactions

```
def do_execute() -> None:
    execute_program(program, program.P1)
    update_view(None, -1)
thread = Thread(target=do_execute)
thread.start()
```

Ceci fait tourner l'exécution des instructions sur un nouveau thread, pas de problème

Résumé Cours 12

- Les threads servent à exécuter plusieurs morceaux de code «à la fois»
- Il peut y avoir des problèmes lorsque ces threads doivent changer des variables communes
- Les locks peuvent servir à rendre l'exécution d'une partie du code séquentielle, mais ne résolvent pas tous les problèmes
- Un deadlock peut survenir si plusieurs threads s'attendent les uns les autres