Sylvan LE DEUNFF, ENSSAT, IMR3

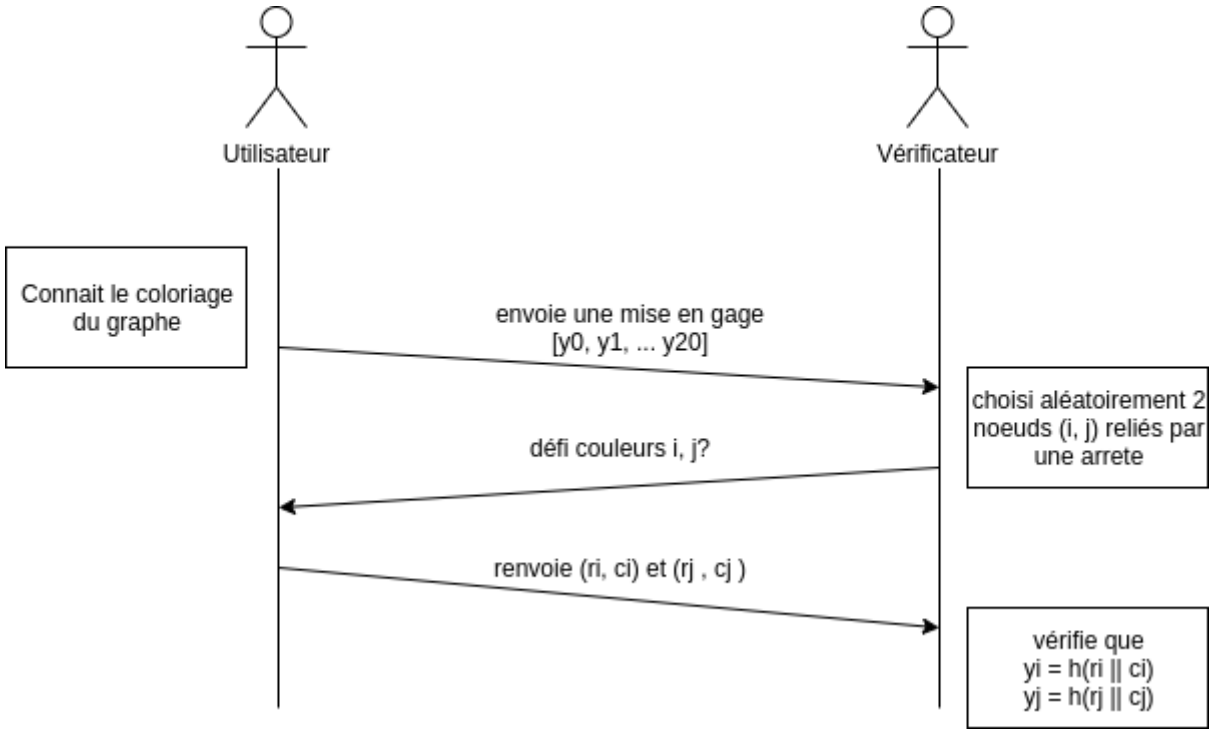
Accréditation anonyme et coloriage de graphe

Preuve à divulgation nulle de connaissance

Contexte

- Un utilisateur souhaite convaincre un vérificateur qu'il connaît une manière de colorier entièrement un graphe avec 3 couleurs de telle façon qu'aucun nœud du graphe n'ait la même couleur que l'un des nœuds voisins.
- Il ne doit révéler aucune autre information à propos de ce coloriage.

Echanges en suivant ce protocole



Questions

1. *Pourquoi est ce que si l'utilisateur et le vérificateur sont honnêtes et suivent les directives du protocole, un utilisateur possédant la preuve d'un 3-coloriage pourra toujours convaincre le vérificateur (propriété de completeness) ?*

Si l'utilisateur et le verificateur sont honnêtes, le calcule du hashé de (ri, ci) est bien égal à yi par construction. Et lors du challenge, une solution valide vérifie nécessairement ci != cj.

2. *Pourquoi est ce qu'un utilisateur qui ne possède pas de preuve d'un 3-coloriage ne pourra pas réussir à convaincre un vérificateur, sauf avec une probabilité négligeable (propriété de soundness) ?*

L'étape d'`engagement` impose que les couleurs des noeuds doivent être fixées avant d'effectuer la `mise en gage`. L'utilisateur qui ne connait pas de coloriage doit donc en tirer un aléatoirement.

Puis lors d'un challenge, le vérificateur demande les couleurs associées à 2 noeuds. La probabilité que ces 2 noeuds de la réponse (choisies aléatoirement par l'utilisateur) soient de couleur identique est d'environ 1/3. La probabilité de succès (ie: les noeuds voisins sont de couleur différente) pour l'utilisateur est donc d'environ 2/3.

En **répétant** ce schéma (permutation + engagement + challenge + réponse) **400 fois**, la probabilité de succès pour l'utilisateur ne connaissant pas de solution est donc de

```
p = (2/3)^400 ~ 3.7 x 10^(-71)
```

Les chances pour qu'une solution déterminée aléatoirement puisse tromper le vérificateur sont donc infimes.

3. *Expliquer en quoi ce protocole est à divulgation nulle (zero-knowledge en anglais), c'est à dire qu'il n'apporte aucune autre information au vérificateur de la véracité de l'énoncé*

Engagement: le verificateur ne reçoit que la `mise en gage`, dans laquelle les informations des couleurs des noeuds sont hashées avec un sel. `Cette donnée seule n'apporte aucune information`.

Défi: le vérificateur envoie les indices de 2 noeuds adjacents. (pas d'information concernant l'utilisateur)

Réponse: L'utilisateur renvoie les clés (sel, couleur) de 2 noeuds sélectionnés au hasard par le verificateur. Puisque les couleurs ont étés permutés, la véritable **couleur** des noeuds **n'est pas divulguée**.

Puisque les couleurs sont permutées et demandées 2 à 2, un espion ne pourrait pas établir de corrélations entre les couleurs du graphe se basant sur les N itérations.

Aucune information concernant la solution de l'utilisateur n'a donc été transmise.

Usage

Pré-requis

Pour utiliser ce projet, il est nécessaire d'installer numpy.

Graphe 3 coloriable

```
class Graphe3Coloriable(size=20):
 |
 |  random_adjacency(self)
 |      Calcule aléatoirement une matrice d'adjacence.
 |
 |  random_adjacent_nodes(self)
 |      Renvoie les indices de 2 noeuds adjacents du graphe
```

Utilisateur

```
class Utilisateur(graphe):
 |
 |  Objet simulant un utilisateur permettant
 |  de tester l'algorithme d'échange de 3-coloriage
 |
 |  Methods defined here:
 |
 |  __init__(self, graphe)
 |      Construit un utilisateur ayant connaissance
 |      d'un 3-coloriage du graphe donné.
 |
 |  donnerCouleurs(self, i, j)
 |      Renvoie les couleurs permutées et le hashés des noeuds i et j.
 |
 |  envoyerMiseEnGage(self, verificateur)
```

Verificateur

```
class Verificateur(graphe):
|
|  Objet simulant un utilisateur permettant
|  de tester l'algorithme d'échange de 3-coloriage
|
|  Methods defined here:
|
|  __init__(self, graphe)
|      Construit un vérificateur ayant connaissance
|      d'un 3-coloriage du graphe donné.
|
|  choisirNoeuds(self)
|      Choisi aléatoirement un couple de noeuds adjacent.
|
|  demanderCouleurs(self, utilisateur, i, j)
|      Demande la couleur du noeud i,j à l'utilisateur.
```