

Travail réalisé par:
Hamza TOUIL et Bilel MOAKHAR

Self-Stabilizing Population Protocols

Plan

- Modèle de Protocole de Population
- Problématique
- Protocoles de Population
- Solutions proposées
- Discussion

Modèle de Protocole de Population

- Réseau → graphe $G = (V, E)$
- Un réseau Ad-hoc d'un grand nombre de nœuds anonymes et à états finis
- Ensemble de nœuds dans un réseau: pas de contrôle de localisation, communications, mouvements des nœuds,...
- interactions entre paires de nœuds : mettre à jour leurs états
- Interactions ordonnancées : assurer l'équité entre les nœuds

Problématique

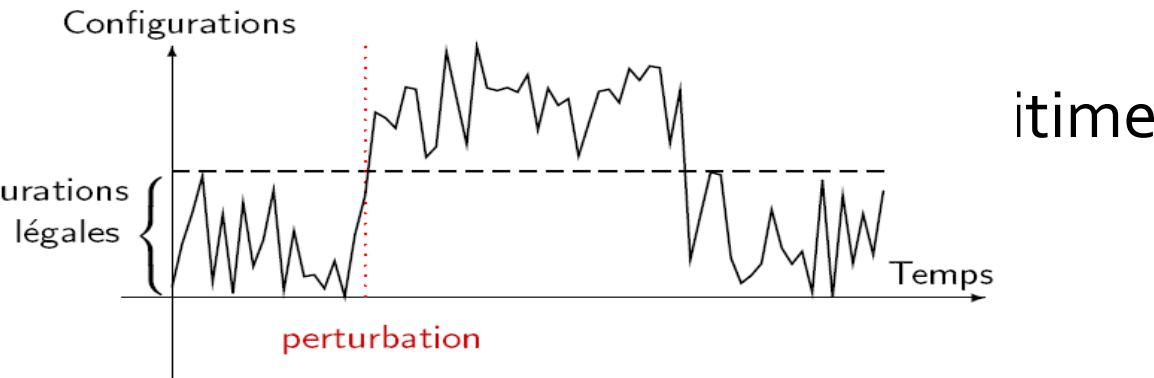
- Problème:

- des fautes ou des pannes des nœuds,
- Les dégradations des canaux de communication,
- corruption de données/messages.

→ Auto-stabilisation

moyen simple et efficace de tolérer les pannes et les corruptions

- Dijkstra
Etat initial
(correspondance)



Protocole de circulation de jetons

- Un unique nœud initialise la circulation d'un unique jeton
- Adapté à la résolution de problèmes ayant un comportement séquentiel: exclusion mutuelle
- Intérêt:
 - Minimiser l'espace mémoire nécessaire au bon fonctionnement du protocole
 - Minimiser le temps nécessaire au système pour stabiliser
 - Protocole adapté aux réseaux dynamiques (réseau dont la topologie change au cours du temps)

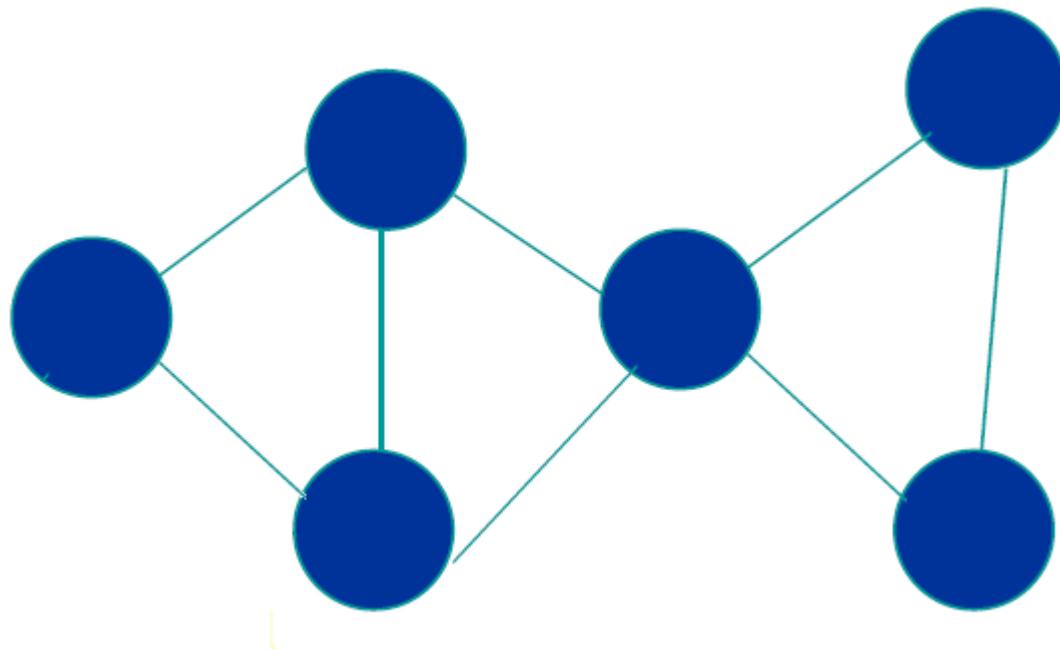
Protocole de coloriage de distance 2

- **Principe:** interdire l'attribution de la même couleur à deux sommets « adjacents »
- Imposer la notion de direction: les nœuds voisins identifiables les uns des autres
- Après un certain nombre de tentatives de coloriage des nœuds:
 - Le protocole doit éventuellement atteindre un état où tous les nœuds sont coloriés
 - Les voisins de distance 2 vont avoir des couleurs distinctes

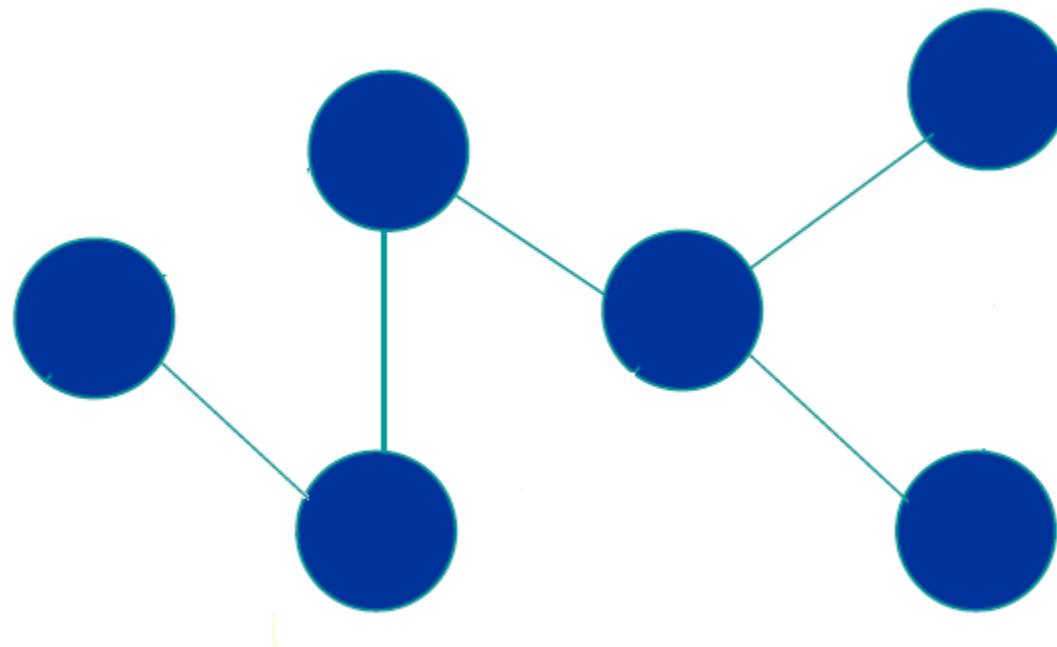
Protocole d'Arbre recouvrant

- Protocole réseau permettant une topologie réseau sans boucle
- Basé sur la notion d'élection d'un nœud spécial (chef)
- **Principe:**
 - Passer par tous les nœuds du graphe
 - Bloquer certaines connexions qui vont générer des boucles

Graphe avec boucles



Graphe sans boucles: arbre recouvrant



Solutions proposées

- Auto stabilisation pour:
 - La circulation de jeton dans un graphe orienté.
 - Le coloriage de distance 2 dans un graphe à degré délimité.
 - Un arbre recouvrant (spanning tree) dans un graphe régulier.
 - L'élection d'un chef.

Circulation de jeton dans un graphe orienté

- Un chef (leader) unique.
- Un anneau orienté.
- Protocole: chaque nœud a un label dans {0, 1}
 - Pour deux nœuds a et b:
 - b leader ➔ label b=complément (label a) .
 - Sinon label b = label a.
 - Un nœud change son label ➔ jeton de a à b.
 - a n'a pas de jeton ➔ Un nouveau jeton créé.

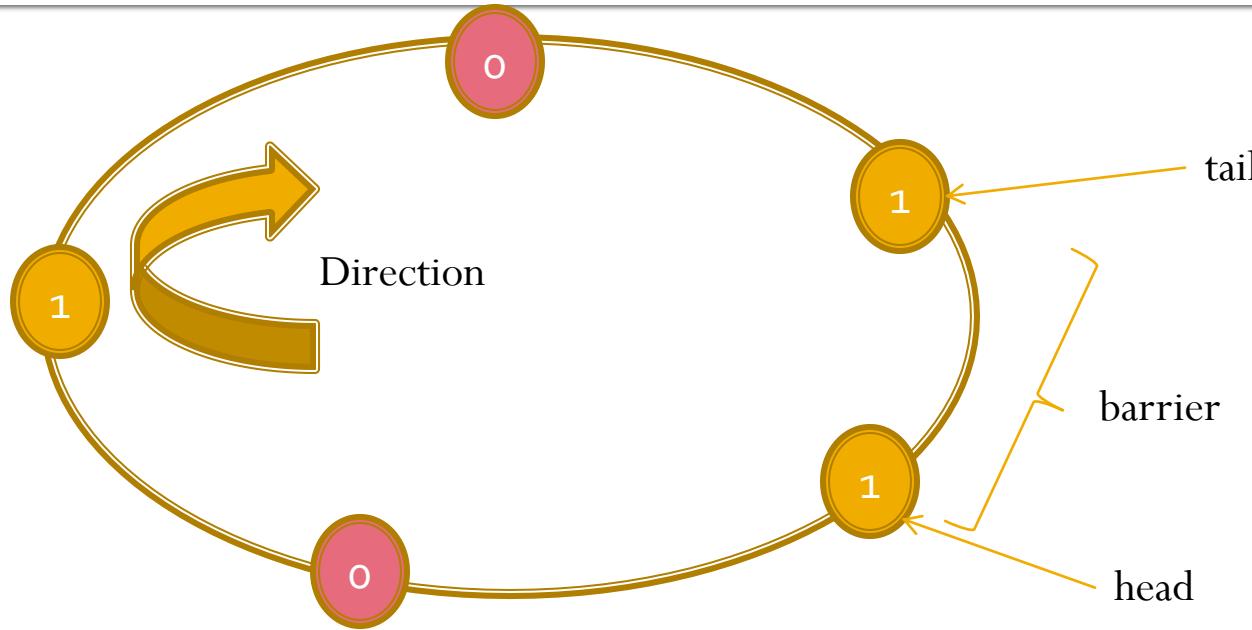
Coloriage de distance 2 dans un graphe à degré délimité

- Nœud → tableau → un bit pour chaque couleur.
- Exemple : un nœud rouge interagi avec un nœud bleu.
 - le bit bleu du nœud rouge & le bit rouge du nœud bleu changent d'une façon synchronisée.
 - Si le nœud rouge a un autre voisin bleu, son bit bleu va perdre la synchronisation avec son ancien voisin bleu → changement de couleur pour l'ancien voisin bleu.

Auto stabilisation d'un arbre recouvrant dans un graphe régulier

- Un nœud u :
 - ✓ $c_u \rightarrow$ couleur de u .
 - ✓ $p_u \rightarrow$ couleur du parent de u .
 - ✓ $\text{Dist}_u \rightarrow$ distance de u par rapport à la racine.
- Deux nœuds i et j :
 - i racine $\rightarrow p_j = c_i$ et $\text{dist}_j = 1$.
 - Sinon $\rightarrow p_j = c_i$ et $\text{dist}_j = \text{dist}_i + 1$.

Election d'un chef



- Anneau orienté de dimension impaire + labels pour les nœuds + jetons probes, leader et bullet.
- barrier → jeton probe → chef
- Chef → jeton bullet → barrier

Discussion (1/2)

- Solutions proposées aux problèmes d'élection du chef, réseau en anneau orienté, circulation de jeton, et la construction de l'arbre recouvrant
- Assurer l'équité globale entre les nœuds,
- Composition des protocoles de population

Discussion (2/2)

- Problème des pannes du chef non traité.
- Nœuds mobiles → il faut considérer l'état instantané des nœuds.
- L'optimisation du temps d'autostabilisation non traitée.

Merci de votre attention