

Optimisation par colonies de fourmis dans ProB

Introduction à la recherche en laboratoire

Aurélien Pepin

Ensimag — LIG

27/04/2018

Présentation

Description du sujet

- Contexte du travail

- Cadre du sujet

 - Outils et environnement

 - Colonies de fourmis

Réalisations

- Exploration de l'espace d'états

- Fonction d'évaluation

- Condition d'arrêt

Contexte du travail

Recherche de scénarios malicieux

- ▶ Thème général : sécurité des systèmes (d'information).
 - ▶ Contrer les attaques d'initié ;
 - ▶ Identifier les scénarios d'utilisation malicieux.
- ▶ Outil 1 : modélisation d'un système d'information.
- ▶ Outil 2 : techniques de **model checking**.
 - ▶ Système \equiv ensemble d'états d'exécution ;
 - ▶ Un état est caractérisé par des variables et des relations.
 - ▶ Identifier les états qui sont le résultat d'un scénario malicieux.

Contexte du travail

Recherche de scénarios malicieux

- ▶ Thème général : sécurité des systèmes (d'information).
 - ▶ Contrer les attaques d'initié ;
 - ▶ Identifier les scénarios d'utilisation malicieux.
- ▶ Outil 1 : modélisation d'un système d'information.
- ▶ Outil 2 : techniques de **model checking**.
 - ▶ Système \equiv ensemble d'états d'exécution ;
 - ▶ Un état est caractérisé par des variables et des relations.
 - ▶ Identifier les états qui sont le résultat d'un scénario malicieux.
- ▶ Problème : explosion combinatoire de l'espace d'états

Cadre du sujet

Outils et environnement

- ▶ *Modélisation du système* : méthode B.
- ▶ *Model checker* : ProB (via l'API en Java).
- ▶ *Exemple de système étudié* : SI d'une banque.
 - ▶ Politique RBAC (Role-based access control) ;
 - ▶ Scénario : usurpation de compte par le banquier.

Cadre du sujet

Colonies de fourmis

- ▶ Ensemble d'algorithmes **heuristiques** inspirés des fourmis.
- ▶ Idée : reproduire le comportement collectif des fourmis.
 - ▶ Par exemple, la stigmergie pour la recherche de nourriture.

Cadre du sujet

Colonies de fourmis

- ▶ Ensemble d'algorithmes **heuristiques** inspirés des fourmis.
- ▶ Idée : reproduire le comportement collectif des fourmis.
 - ▶ Par exemple, la stigmergie pour la recherche de nourriture.
- ▶ Algorithme proposé : API (*Pachycondyla Apicalis*).

Cadre du sujet

Colonies de fourmis

- ▶ Algorithme proposé : API (*Pachycondyla Apicalis*).

Cadre du sujet

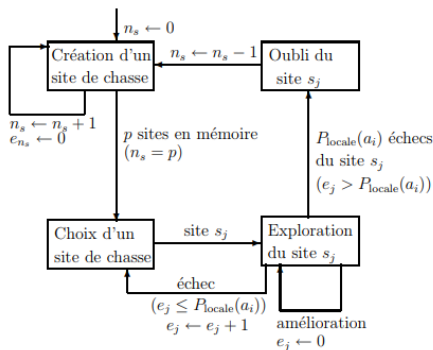
Colonies de fourmis

- ▶ Algorithme proposé : API (*Pachycondyla Apicalis*).
 - ▶ Au niveau global (colonie, nid) :
 - ▶ Envoyer des fourmis en exploration
 - ▶ Déplacer régulièrement le nid sur les sites intéressants

Cadre du sujet

Colonies de fourmis

- ▶ Algorithme proposé : API (*Pachycondyla Apicalis*).
 - ▶ Au niveau global (colonie, nid) :
 - ▶ Envoyer des fourmis en exploration
 - ▶ Déplacer régulièrement le nid sur les sites intéressants
 - ▶ Au niveau local (fourmi) :
 - ▶ Chasser de proche en proche, garder les *bons* sites



Réalisations

Paramètres de l'algorithme

- ▶ Algorithme générique : paramètres à adapter
 - ▶ Relatifs à l'algorithme :
 - ▶ Nombre de fourmis qui chassent ;
 - ▶ Patience d'une fourmi avant d'abandonner un site ;
 - ▶ Condition de déplacement du nid ;
 - ▶ etc.
 - ▶ Relatifs au **domaine d'application** (sécurité des SI) :
 - ▶ Heuristique d'exploration de l'espace de recherche ;
 - ▶ Fonction d'évaluation de ce qu'est un *bon* site ;
 - ▶ Condition d'arrêt de l'algorithme ;
 - ▶ etc.

Paramètres de l'algorithme

Relatifs au domaine d'application

Exploration de l'espace d'états

- ▶ Installation du nid à la racine de l'espace d'états
- ▶ Exploration aléatoire des transitions
- ▶ Ajout du retour en arrière pour la fourmi
 - ▶ Non prévu par ProB
 - ▶ Transformer l'espace d'états en arbre pour éviter les boucles

Paramètres de l'algorithme

Relatifs au domaine d'application

Fonction d'évaluation

- ▶ Est-ce qu'on se rapproche de l'état dangereux ?
- ▶ Prédicat ($\text{réponse} \in \{V, F\}$) trop « strict »

Paramètres de l'algorithme

Relatifs au domaine d'application

Fonction d'évaluation

- ▶ Est-ce qu'on se rapproche de l'état dangereux ?
- ▶ Prédicat (réponse $\in \{V, F\}$) trop « strict »
- ▶ Idée : indice de similarité, réponse $\in [0, 1]$
 - ▶ 0 : l'état possède toutes les variables recherchées
 - ▶ 1 : l'état n'a rien à voir
- ▶ Exemple pour une variable de classe :

$$J_{\delta}(C^*, C) = 1 - \frac{|C^* \cap C|}{|C^* \cup C|}$$

- ▶ Moyenne (pondérée) de la similarité de chaque variable

Paramètres de l'algorithme

Relatifs au domaine d'application

Condition d'arrêt

- ▶ Choix 1 : nombre d'itérations de l'algorithme
- ▶ Choix 2 : la meilleure solution n'évolue plus
- ▶ Choix 3 : nombre d'appels à la fonction d'évaluation
 - ▶ Appel à ProB coûteux (mémoïsation)
 - ▶ Comparer des exécutions avec différents paramètres

Bibliographie I



Nicolas Monmarché.

Algorithmes de fourmis artificielles : applications à la classification et à l'optimisation.

Université François Rabelais - Tours, 2000.



Maxime Dadoua.

Recherche d'attaques d'initié en systèmes d'information.

Rapport d'IRL - Ensimag et LIG, 2016.