

TER : Le problème des fusiliers

Résolution par métaheuristique

Présoutenance TER Master 1 Informatique - 2007-2008

Fulconis Angélique
Benouali Hamine
Casanova Pierre
Bouhleb Oualid

Encadrants : Sébastien Vérel, Manuel Clergue

Plan de la présentation

- 1 Sujet et Problématique
- 2 Le contexte
- 3 Les différentes approches
- 4 Gestion du projet

Problématique

- Nouveaux types d'ordinateur : les machines en réseau
- type particulier de parallélisme : les automates cellulaires (Von Neumann 1940)

Modèle pertinent :

- Nombre important de processeurs
- Fonctionnement synchrone permettant facilement la visualisation de la progression des calculs
- **simple et universel**

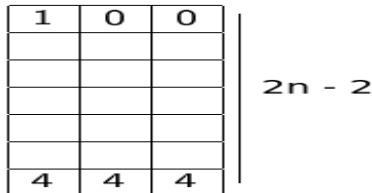
Problématique :

- Synchronisation de machines communiquant de manière locale
- Synchronisation de manière automatique

Automate cellulaire

- Les **états** des cellules : 5 états
 - repos (0)
 - général (1)
 - feu (4)
 - bord (5) et états intermédiaires.

- Une **grille** de n cellules.



- Des **règles de transitions**

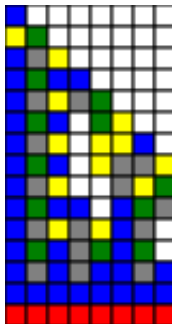
Motif initial	111	110	101	100	011	010	001	000
Valeur suivante	0	0	0	1	1	1	1	0

Automate cellulaire

- Mis à jour de l'état par règle **locale**

$x = \dots$	x_{i-1}	x_i	x_{i+1}
$x' = \dots$	\dots	x'_i	\dots

- 2n - 2** : temps de synchronisation minimal pour n cellules.



Notre sujet : Problème des fusiliers - J.Myhill 1957

- Comment synchroniser une ligne de fusiliers de façon à ce qu'ils se mettent à tirer ensemble ?
- **But du problème** :
trouver des règles de transition pour synchroniser des cellules dans le même état « feu »

Finalités

- Analyse comparative des différentes méthodes utilisées
- Automatiser les différentes méthodes qui ont été réalisées
- Développement de nouveaux algorithmes de résolution du problème des fusiliers (pour 5 états)
- Mise en place d'une page web
- Finalité pédagogique
- Découverte de nouvelles règles de résolution pour 6 états

Etat de l'art

Année	Auteur	Découverte	NB états
1957	J.Myhill	invention de PB fusiers	
1964	E.F.Moore	publication	
1965	Minsky et Mc Carthy	solution	
	E.Goto	solution non publiée	Plusieur milliers
1967	Waksman	solution	16 états
1967	Balzer	solution	8 états
	Balzer	pas solution	4 etats
1986	Mazoyer	solution	6 états
1993	Yunés	pas solutions	3 états
1993	Yunés	solutions	7 et 8 états

Récapitulatif de l'état des connaissances

Plusieurs résultats ont été déjà trouvés en temps minimal :

Nombre d'états	Temps optimal	Temps non optimal
3 états	Pas de solution Balzer	Pas de solution Yunes
4 états	Pas de solution Balzer	Ouvert
5 états	Ouvert	Ouvert
6 états	Une seule solution Mazoyer	Ouvert
7 états	Solution Mazoyer	Solution Yunes
8 états	Solution Balzer-Mazoyer	Solution Yunes

Etudes menées sur des sujets voisins

Plusieurs variations du problème existent :

- Variation de la position du général
- Différentes topologie des cellules
- Différentes manières de calculer sur l'automate

Récapitulatif de l'état des connaissances

- Résultats jusque là obtenus à la main
- 2007 : Mirela Frandes tente une approche nouvelle, de manière automatique
 - synchronise pour une même règle entre 2 et 15 fusiliers avec 5 états en temps non optimal
 - Mais toujours pas de solution optimale

Métaheuristiques de recherche locale

Algorithmes à solution unique

- Recherches aléatoire,
- Algorithmes de descente :
Hill-Climber
- Recuit Simulé : Kirkpatrick
- Recherche Tabou : Glover

Algorithme de recherche locale

Choisir solution initiale $s \in \mathcal{S}$

repeat

Choisir $s' \in \mathcal{V}(s)$

aléatoirement

$s \leftarrow s'$

until critère d'arrêt vérifié

Algorithme évolutionnaire

- Principe basé sur la théorie de l'évolution de Darwin :
 - 1 Sélection : faire survivre les mieux adaptés parmi une population
 - 2 Variation : mutations et croisements

$i \leftarrow 0$

Choisir une population initiale $\mathcal{P}_0 \subset \mathcal{S}$

repeat

évaluer les solutions : $f_n(s), \forall s \in \mathcal{P}_i$

$\mathcal{P}_i^g \leftarrow S(\mathcal{P}_i), \mathcal{P}_i^m \leftarrow M(\mathcal{P}_i^g)$

$\mathcal{P}_{i+1} \leftarrow R(\mathcal{P}_i, \mathcal{P}_i^m)$

$i \leftarrow i + 1$

until $i \leq \text{iterMax}$

Le backtracking



000 → 0

500 → 0

005 → 0

510 → 1

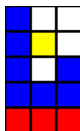
105 → 1

111 → 4

511 → 4

115 → 4

0 → blanc 1 → bleu 4 → rouge 2 → jaune 5 → bord



100 → 2

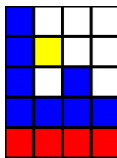
512 → 1

120 → 0

205 → 1

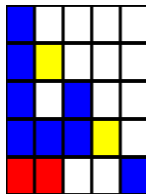
101 → 1

015 → 1



200 → 1

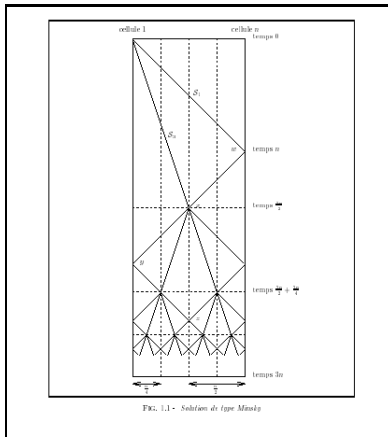
010 → 1



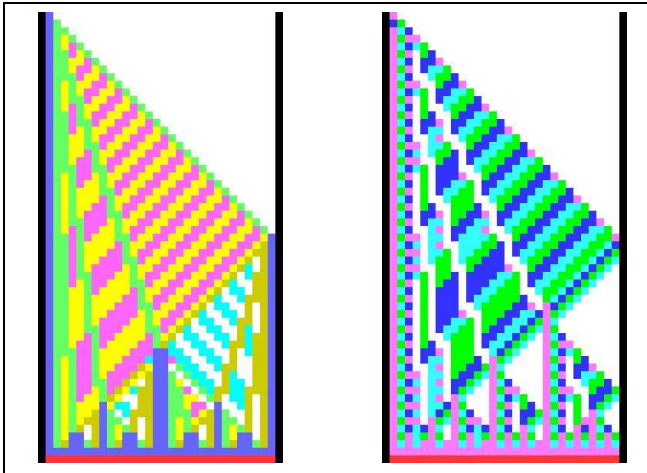
Sans rajout

Méthode de Minsky : les signaux

Exemple de signaux dans le cas du problème des fusiliers :



Diagrammes espace-temps des solutions à 8 états de Balzer (gauche) et à 6 états de Mazoyer (droite)



Gestion du projet

- But :

- ① Développer et analyser les différentes approches
- ② Comparer de façon statistiques

Limites : Ne pas perdre trop de temps sur une approche

- Hypothèses et dépendances :

- ① Métaheuristiques : résultats assurés, qualité?
- ② Signaux : implémentation difficile
- ③ Backtracking : résultats obtenus à la main

- Moyens de contrôle : temps nécessaire au développement des méthodes

- Outils : C++, Evolving Object, logiciel R, outils statistiques

Planing Avril

lundi	mardi	mercredi	jeudi	vendredi	samedi	dimanche
01	02	03	04	05	06	07
14:30 - Finalisation du cahier des charges						
			11:30 - RDV Mr Verel :			
08	09	10	11	12	13	14
14:30 - Implementation des trois approches, et comparaison des premiers resultats @ Valrose						
10:30 - RDV Mr Verel :						
15	16	17	18	19	20	21
15:30 - MISE A JOUR SITE INTERNET @ Valrose						
Implementation des trois approches, et comparaison des premiers resul...			14:30 - Experimentation des trois approches implementées @ Valrose			
22	23	24	25	26	27	28
MISE A JOUR SITE INTERNET @ Valrose						
Experimentation des trois approches implementées @ Valrose						
29	30	01	02	03	04	05
MISE A JOUR SITE INTERNET @ Valrose						
15:30 - Approfondissement des approches 1 et 3, et implémentation de l'approche 4 @ Valrose						

Planing Mai

lundi	mardi	mercredi	jeudi	vendredi	samedi	dimanche
28	29	30	1	2	3	4
MISE A JOUR SITE INTERNET @ Valrose						
15:30 - Approfondissement des approches 1 et 3, et implémentation de l'approche 4 @ Valrose						
5	6	7	8	9	10	11
MISE A JOUR SITE INTERNET @ Valrose						
15:30 - Finalisation et analyse des résultats @ Valrose						
12	13	14	15	16	17	18
MISE A JOUR SITE INTERNET @ Valrose						
15:30 - Rapport @ Valrose						
19	20	21	22	23	24	25
MISE A JOUR SITE INTERNET @ Valrose						
15:30 - Fin du rapport et préparation de la soutenance final @ Valrose						