

# Résolution de Problème par Auto-Organisation

## Manufacturing Control

Davy Capera

IRIT équipe SMAC  
capera@irit.fr

date

UNIVERSITE  
PAUL  
SABATIER



TOULOUSE III

# Sommaire

- 1 Présentation du problème
- 2 L'approche AMAS
- 3 Analyse de l'approche

# Vue générale

## Gestion d'atelier

### Atelier

- Une partie de la chaîne de production
- Des conteners de pièces diverses
- Des stations de travail avec des machines outil
- Des opérateurs sur les stations
- Un chariot de transport automatisé

# Vue générale

## Gestion d'atelier

### Atelier

- Une partie de la chaîne de production
- Des conteneurs de pièces diverses
- Des stations de travail avec des machines outil
- Des opérateurs sur les stations
- Un chariot de transport automatisé

### Comportement

- Transport des conteneurs sur des stations
- Usinage/assemblage des pièces par les opérateurs
- Stockage des conteneurs dans l'atelier

# Vue générale

## Gestion d'atelier

### Buts

- Fournir les pièces demandées en un temps donné
- Planifier les opérations sur les stations
- Optimiser le trafic des conteneurs
- Eviter les "embouteillages"

# Description du système

## Entrées

- Stations de travail (propriétés et capacités)
- Opérateurs (qualifications, emplois du temps ...)
- Pièces (caractéristiques, état, processus ...)
- Conteneurs (capacité, localisation, contenu ...)
- Chariot automatique (localisation)
- Contraintes générales

# Description du système

## Entrées

- Stations de travail (propriétés et capacités)
- Opérateurs (qualifications, emplois du temps ...)
- Pièces (caractéristiques, état, processus ...)
- Conteneurs (capacité, localisation, contenu ...)
- Chariot automatique (localisation)
- Contraintes générales

## Sortie

Un atelier efficace (optimisé)

- Associations stations/opérateurs
- Emplois du temps des stations/opérateurs
- Trajets des conteneurs

# Perturbations à prendre en compte

## Stations

- Pannes des machines outils
- Echecs d'usinages/assemblages
- Variations des temps de traitement

# Perturbations à prendre en compte

## Stations

- Pannes des machines outils
- Echecs d'usinages/assemblages
- Variations des temps de traitement

## Opérateurs

- Indisponibilités (maladies, retards ...)
- Grèves
- Contraintes personnelles

# Perturbations à prendre en compte

## Stations

- Pannes des machines outils
- Echecs d'usinages/assemblages
- Variations des temps de traitement

## Opérateurs

- Indisponibilités (maladies, retards ...)
- Grèves
- Contraintes personnelles

## Atelier

- Nouvelles commandes
- Modification des commandes (délais)
- Annulations de commandes

# Sommaire

1 Présentation du problème

2 **L'approche AMAS**

- L'environnement du système
- Les agents du système
- Connaissances des agents
- Situations non coopératives

3 Analyse de l'approche

# Auto-organisation basée sur la coopération

## La théorie

- Agents coopératifs
- Buts locaux
- Résolution locale des situations non coopératives

# Auto-organisation basée sur la coopération

## La théorie

- Agents coopératifs
- Buts locaux
- Résolution locale des situations non coopératives
- ➔ **Comportements collectifs cohérents et émergents**

# Auto-organisation basée sur la coopération

## La théorie

- Agents coopératifs
- Buts locaux
- Résolution locale des situations non coopératives
- ➔ **Comportements collectifs cohérents et émergents**

## Simplification

- Non prise en compte des transports de conteneurs

# L'environnement du système

## Les entités

- Le responsable de l'usine (utilisateur du système)
- Les stations de travail (ressources)
- La grille de stockage (emplacements de conteneurs)

# L'environnement du système

## Les entités

- Le responsable de l'usine (utilisateur du système)
- Les stations de travail (ressources)
- La grille de stockage (emplacements de conteneurs)

## Caractérisation

- Dynamique (modifications imprévisibles)
- Accessible (information complète et à jour)
- Non déterministe (pas de corrélation entre les résultats et les modifications)
- Discret

# Les agents du système

# Les agents du système

## Conteneurs

- Contiennent des pièces (éventuellement aucune)
- Doivent chercher à satisfaire les demandes (contenir certaines pièces dans un certain état)

# Les agents du système

## Conteneurs

- Contiennent des pièces (éventuellement aucune)
  - Doivent chercher à satisfaire les demandes (contenir certaines pièces dans un certain état)
- ➔ Trouver une station adaptée

# Les agents du système

## Conteneurs

- Contiennent des pièces (éventuellement aucune)
- Doivent chercher à satisfaire les demandes (contenir certaines pièces dans un certain état)
- ➔ Trouver une station adaptée
- ➔ Trouver un opérateur adapté

# Les agents du système

## Conteneurs

- Contiennent des pièces (éventuellement aucune)
- Doivent chercher à satisfaire les demandes (contenir certaines pièces dans un certain état)
- ➔ Trouver une station adaptée
- ➔ Trouver un opérateur adapté
- ➔ Réserver une plage d'occupation de la station choisie

# Les agents du système

## Conteneurs

- Contiennent des pièces (éventuellement aucune)
- Doivent chercher à satisfaire les demandes (contenir certaines pièces dans un certain état)
- ➔ Trouver une station adaptée
- ➔ Trouver un opérateur adapté
- ➔ Réserver une plage d'occupation de la station choisie
- ➔ Etablir un partenariat avec l'opérateur idoine

# Les agents du système

# Les agents du système

## Opérateurs

- Doivent chercher à satisfaire leurs contraintes (composer travail et contraintes)

# Les agents du système

## Opérateurs

- Doivent chercher à satisfaire leurs contraintes (composer travail et contraintes)
- ➔ Trouver une station adaptée

# Les agents du système

## Opérateurs

- Doivent chercher à satisfaire leurs contraintes (composer travail et contraintes)
  - ➔ Trouver une station adaptée
  - ➔ Trouver un conteneur nécessitant son intervention

# Les agents du système

## Opérateurs

- Doivent chercher à satisfaire leurs contraintes (composer travail et contraintes)
  - ➔ Trouver une station adaptée
  - ➔ Trouver un conteneur nécessitant son intervention
  - ➔ Réserver une plage d'occupation de la station choisie

# Les agents du système

## Opérateurs

- Doivent chercher à satisfaire leurs contraintes (composer travail et contraintes)
  - ➔ Trouver une station adaptée
  - ➔ Trouver un conteneur nécessitant son intervention
  - ➔ Réserver une plage d'occupation de la station choisie
  - ➔ Etablir un partenariat avec le conteneur idoine

# Connaissances des agents

# Connaissances des agents

## Sur eux-mêmes

- Conteneur : Connaît le processus nécessaire à la transformation des pièces
- Opérateurs : Connaît ses capacités de travail (qualifications pour chacune des stations, temps nécessaire pour effectuer une opération ...)

# Connaissances des agents

## Sur eux-mêmes

- Conteneur : Connaît le processus nécessaire à la transformation des pièces
- Opérateurs : Connaît ses capacités de travail (qualifications pour chacune des stations, temps nécessaire pour effectuer une opération ...)

## Sur les autres agents

- Initialisation : les agents ne se connaissent pas entre eux au début.
- Acquisition : lors des rencontres avec d'autres agents, ils apprennent leurs capacités, contraintes, buts ...
- Mémoire limitée

# Connaissances des agents

## Sur eux-mêmes

- Conteneur : Connaît le processus nécessaire à la transformation des pièces
- Opérateurs : Connaît ses capacités de travail (qualifications pour chacune des stations, temps nécessaire pour effectuer une opération ...)

## Sur les autres agents

- Initialisation : les agents ne se connaissent pas entre eux au début.
- Acquisition : lors des rencontres avec d'autres agents, ils apprennent leurs capacités, contraintes, buts ...
- Mémoire limitée

## Sur l'environnement

- Les agents connaissent l'ensemble des stations de l'atelier

# Situations non coopératives

# Situations non coopératives

## Conteneurs

- Si le conteneur n'est pas sur une station adaptée au processus, il change de station
- Si le conteneur est sur une station adaptée mais sans opérateur adapté, il change de station (après avoir marqué la station)
- Si le conteneur rencontre un conteneur plus contraint que lui et désirant la station, le conteneur change de station
- Si un nouvel opérateur plus performant ou plus contraint que l'opérateur du partenariat présent, il change de partenariat
- ...

# Situations non coopératives

# Situations non coopératives

## Opérateurs

- S'il n'a pas de poste adapté (inutilité) il cherche une station
- Si l'un de ses partenariats viole l'une de ses contraintes (conflit), il rompt le partenariat ou relâche ses contraintes
- S'il occupe une station adaptée sans avoir de partenariat, il cherche une autre station (après avoir marqué la station)
- S'il trouve un conteneur plus contraint que celui de son partenariat actuel, il change de partenariat
- Si un opérateur plus performant ou plus contraint peut le remplacer, il peut changer de partenariat
- ...

# Sommaire

- 1 Présentation du problème
- 2 L'approche AMAS
- 3 Analyse de l'approche**

# Caractérisation de l'auto-organisation

✓ Pas de contrôle externe

# Caractérisation de l'auto-organisation

- ✓ Pas de contrôle externe
- ✓ Contrôle décentralisé : connaissances locales et limitées

# Caractérisation de l'auto-organisation

- ✓ Pas de contrôle externe
- ✓ Contrôle décentralisé : connaissances locales et limitées
- ✓ Dynamique : le système donne des solutions qui évoluent

# Caractérisation de l'auto-organisation

- ✓ Pas de contrôle externe
- ✓ Contrôle décentralisé : connaissances locales et limitées
- ✓ Dynamique : le système donne des solutions qui évoluent
- ✓ Ordre global endogène : l'organisation est issue du processus interne

# Caractérisation de l'auto-organisation

- ✓ Pas de contrôle externe
- ✓ Contrôle décentralisé : connaissances locales et limitées
- ✓ Dynamique : le système donne des solutions qui évoluent
- ✓ Ordre global endogène : l'organisation est issue du processus interne
- ✓ Dissipation : le degré de non coopération des états stables est nul

# Caractérisation de l'auto-organisation

- ✓ Pas de contrôle externe
- ✓ Contrôle décentralisé : connaissances locales et limitées
- ✓ Dynamique : le système donne des solutions qui évoluent
- ✓ Ordre global endogène : l'organisation est issue du processus interne
- ✓ Dissipation : le degré de non coopération des états stables est nul
- ✓ La solution émerge des interactions entre les agents

# Caractérisation de l'auto-organisation

- ✓ Pas de contrôle externe
- ✓ Contrôle décentralisé : connaissances locales et limitées
- ✓ Dynamique : le système donne des solutions qui évoluent
- ✓ Ordre global endogène : l'organisation est issue du processus interne
- ✓ Dissipation : le degré de non coopération des états stables est nul
- ✓ La solution émerge des interactions entre les agents
- ✓ Complexité, non-linéarité