

MAP-AUT1

Principes fondamentaux de l'Automatique

Dynamique et Contrôle des Systèmes

NICOLAS PETIT

Centre Automatique et Systèmes
MINES ParisTech
nicolas.petit@mines-paristech.fr

9 novembre 2018
Amphi 1

<http://cas.ensmp.fr/~petit/ensta2018/>

Informations pratiques

- **Automatique. Dynamique et contrôle des systèmes** Site du cours: poly, PC, transparents des amphis,
- 4 Amphis, 4 PC et 2 TP avec le logiciel Scilab ou Matlab
- Examen écrit

Informations pratiques

- Automatique. Dynamique et contrôle des systèmes Site du cours: poly, PC, transparents des amphis,
- 4 Amphis, 4 PC et 2 TP avec le logiciel Scilab ou Matlab
- Examen écrit

Nombreux domaines

- **aérospatial** (guidage-pilotage d'avions/fusées/missiles, positionnement de satellites, ...)
- **machines-outils** (commande numérique pour l'usinage)
- **électrotechnique** (moteurs, générateurs, ...)
- **industrie automobile** (commande moteur, suspension active, ABS, confort habitacle, ...)
- **génie des procédés** (chimie, raffinage, pharmacie, dépollution, ...)
- ...

Tendance : machine plus simple à utiliser et/ou spécifications plus contraignantes ⇒ contrôleur plus sophistiqué

Nombreux domaines

- **aérospatial** (guidage-pilotage d'avions/fusées/missiles, positionnement de satellites, ...)
- **machines-outils** (commande numérique pour l'usinage)
- **électrotechnique** (moteurs, générateurs, ...)
- **industrie automobile** (commande moteur, suspension active, ABS, confort habitacle, ...)
- **génie des procédés** (chimie, raffinage, pharmacie, dépollution, ...)
- ...

Tendance : machine plus simple à utiliser et/ou spécifications plus contraignantes ⇒ contrôleur plus sophistiqué

Nombreux domaines

- **aérospatial** (guidage-pilotage d'avions/fusées/missiles, positionnement de satellites, ...)
- **machines-outils** (commande numérique pour l'usinage)
- **électrotechnique** (moteurs, générateurs, ...)
- **industrie automobile** (commande moteur, suspension active, ABS, confort habitacle, ...)
- **génie des procédés** (chimie, raffinage, pharmacie, dépollution, ...)
- ...

Tendance : machine plus simple à utiliser et/ou spécifications plus contraignantes ⇒ contrôleur plus sophistiqué

Nombreux domaines

- **aérospatial** (guidage-pilotage d'avions/fusées/missiles, positionnement de satellites, ...)
- **machines-outils** (commande numérique pour l'usinage)
- **électrotechnique** (moteurs, générateurs, ...)
- **industrie automobile** (commande moteur, suspension active, ABS, confort habitacle, ...)
- **génie des procédés** (chimie, raffinage, pharmacie, dépollution, ...)
- ...

Tendance : machine plus simple à utiliser et/ou spécifications plus contraignantes ⇒ contrôleur plus sophistiqué

- **aérospatial** (guidage-pilotage d'avions/fusées/missiles, positionnement de satellites, ...)
- **machines-outils** (commande numérique pour l'usinage)
- **électrotechnique** (moteurs, générateurs, ...)
- **industrie automobile** (commande moteur, suspension active, ABS, confort habitacle, ...)
- **génie des procédés** (chimie, raffinage, pharmacie, dépollution, ...)
- ...

Tendance : machine plus simple à utiliser et/ou spécifications plus contraignantes ⇒ contrôleur plus sophistiqué

Industrie (historique)



Science Museum, London

Industrie manufacturière



tolérances très faibles, taux de rebus à minimiser

Raffinage/ génie des procédés



carburants TOTAL, raffinerie de Feyzin, production 24h/24 en présence d'incertitudes

Raffinage/ génie des procédés (2)



réacteur slurry Fischer-Tropsch

Le robot équilibriste $2k\pi$

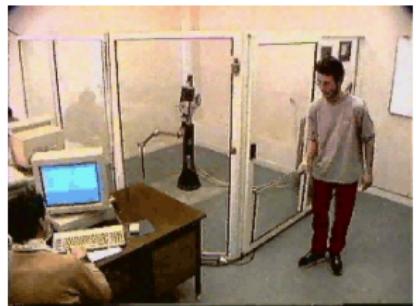
- Manipulateur : 3 angles motorisés
- Pendule : 2 angles **non** motorisés
⇒ 10 états, 3 commandes
- Les 5 angles sont mesurés



Contrôle par “platitude”



Contrôle par “énergie”



Contrôle “intelligent”

autre exemple, contrôle off, rejet perturbation

Engin autonome: fusée

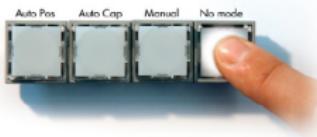


Ariane 5



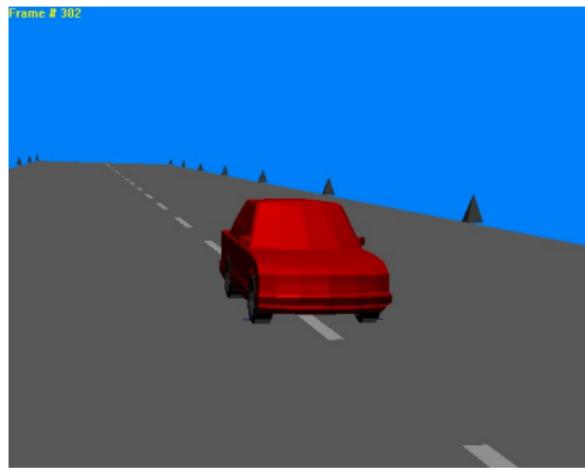
SpaceX 2013

Positionnement Offshore



Source: Comex, autre exemple

“Gérer la complexité ”

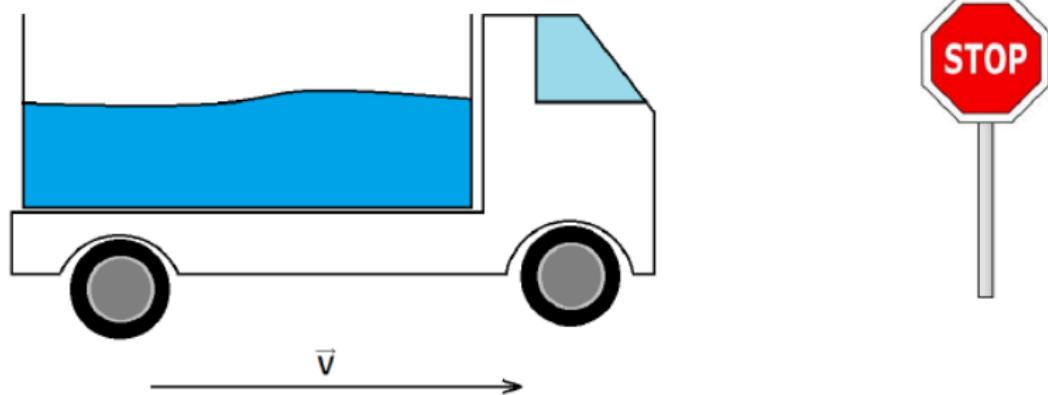


gauche : verglas, droite : sol sec



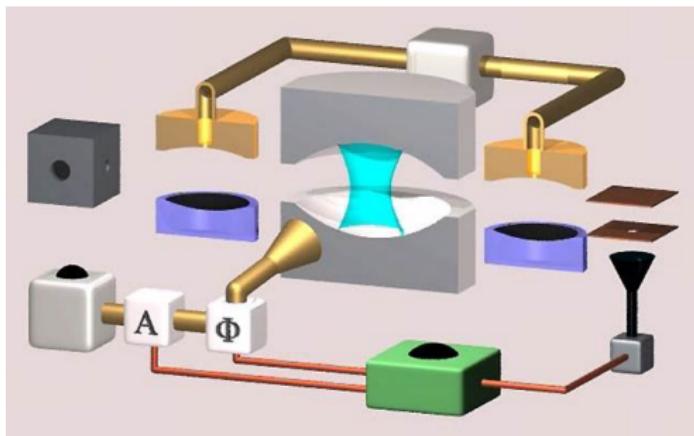
(DLR Institut für Robotik und
Mechatronik)

Transporter un système liquide



expérimentation laboratoire

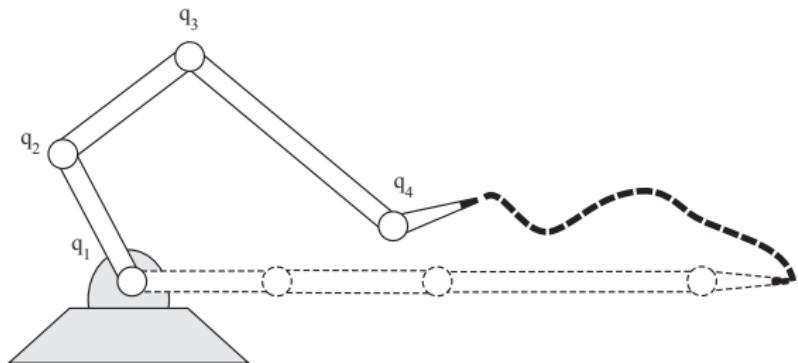
Contrôle quantique



première expérience mondiale de feedback à l'échelle quantique:

S. Haroche (Collège de France), J.-M. Raimond, M. Brune
(ENS), M. Mirrahimi (INRIA), P. Rouchon (MINES) "vers
l'ordinateur quantique"

Robotique et mécatronique



Machine à commande numérique **autre exemple (prothèse)**

Startup, innovation



Wandercraft, K-ryole

Démarche

- ➊ modéliser la machine, décrire son comportement par des équations différentielles
- ➋ élaborer les équations du contrôleur à partir des équations
- ➌ fermer la boucle

Objectif du cours

Comprendre les outils théoriques permettant de résoudre chacun de ces problèmes: **stabilité, commandabilité, observabilité**

Démarche

- ① modéliser la machine, décrire son comportement par des équations différentielles
- ② élaborer les équations du contrôleur à partir des équations
- ③ fermer la boucle

Objectif du cours

Comprendre les outils théoriques permettant de résoudre chacun de ces problèmes: stabilité, commandabilité, observabilité

Démarche

- ① modéliser la machine, décrire son comportement par des équations différentielles
- ② élaborer les équations du contrôleur à partir des équations
- ③ fermer la boucle

Objectif du cours

Comprendre les outils théoriques permettant de résoudre chacun de ces problèmes: stabilité, commandabilité, observabilité

Démarche

- ① modéliser la machine, décrire son comportement par des équations différentielles
- ② élaborer les équations du **contrôleur** à partir des équations
- ③ fermer la boucle

Objectif du cours

Comprendre les outils théoriques permettant de résoudre chacun de ces problèmes: **stabilité, commandabilité, observabilité**