



Systemes robotiques autonomes pour la mobilité et le transport des personnes

Philippe Bonnifait

Université de Technologie de Compiègne, Sorbonne Universités
Heudiasyc UMR 7253 CNRS

Quel avenir pour la Robotique en France ?

Colloque interacadémique Académie des sciences et Académie des technologies

16 juin 2016

Véhicule Intelligent Autonome

– Véhicule autonome

- ✓ Véhicule robotisé à capacité de décision et d'action
- ✓ Réalisation d'une tâche (mission) qui lui est confiée sans intervention d'un conducteur/opérateur humain

– Principales classes

Navettes autonomes



Converge robotique
automobile classique

Voitures autonomes



Pertinence sociétale

– Attentes sociétales

- ✓ Sécurité routière
- ✓ Confort de conduite, situations répétitives et ennuyantes et meilleure utilisation du temps passé à voyager
- ✓ Amélioration du trafic, optimisation de l'usage de l'infrastructure, réduction des temps de parcours et par voie de fait de l'emprunte carbone
- ✓ Mobilité des personnes âgées, avec handicap, etc

– Volonté politique

- ✓ Mars 2016 : révision de la convention de Vienne
- ✓ 14 avril 2016 : déclaration d'Amsterdam

Engagement des 28 Etats membres de l'UE de travailler à l'élaboration de règles et standards communs pour permettre la circulation des véhicules autonomes sur les routes européennes

Choix du standard SAE de janvier 2014

Niveaux d'automatisation de la conduite (Standard SAE J3016)

SAE level	SAE name	SAE narrative definition	Execution of steering and acceleration/ deceleration	Monitoring of driving environment	Fallback performance of <i>dynamic driving task</i>	System capability (<i>driving modes</i>)
Human driver monitors the driving environment						
0	No Automation	the full-time performance by the <i>human driver</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even when enhanced by warning or intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a
1	Driver Assistance	the <i>driving mode</i> -specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes
2	Partial Automation	the <i>driving mode</i> -specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	System	Human driver	Human driver	Some driving modes
Automated driving system ("system") monitors the driving environment						
3	Conditional Automation	the <i>driving mode</i> -specific performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> with the expectation that the <i>human driver</i> will respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	Human driver	Some driving modes
4	High Automation	the <i>driving mode</i> -specific performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even if a <i>human driver</i> does not respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	System	Some driving modes
5	Full Automation	the full-time performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> under all roadway and environmental conditions that can be managed by a <i>human driver</i>	System	System	System	All driving modes

Sans les mains
Les yeux sur la route

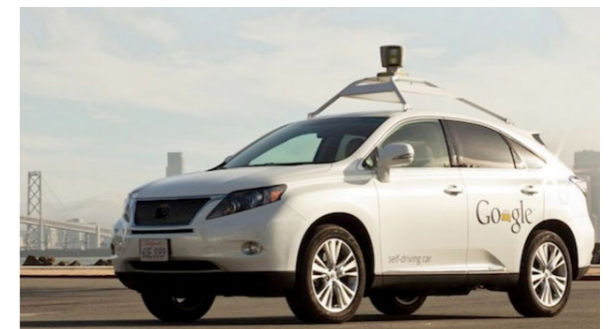
Sans les mains et sans les yeux en permanence sur la route

La tête ailleurs

Ni volant, ni pédales

Quelques jalons et temps forts

- 1985 début du projet Navlab Université Carnegie-Mellon
- 1987-1996 programme européen Prometheus
- Challenges DARPA (2004, 2005) et 2007
- 2010 Intercontinental Autonomous Challenge de Parme à l'exposition universelle de Shanghai
- 2015 Delphi Drive de San Francisco à New York City
- Depuis 2009 Google Self-Driving Car
 - ✓ 2,5 million de Km parcourus
 - ✓ ~ 40 véhicules
 - ✓ 18 accidents
- 2016 Version 7.2 de l'autopilote de la Tesla S

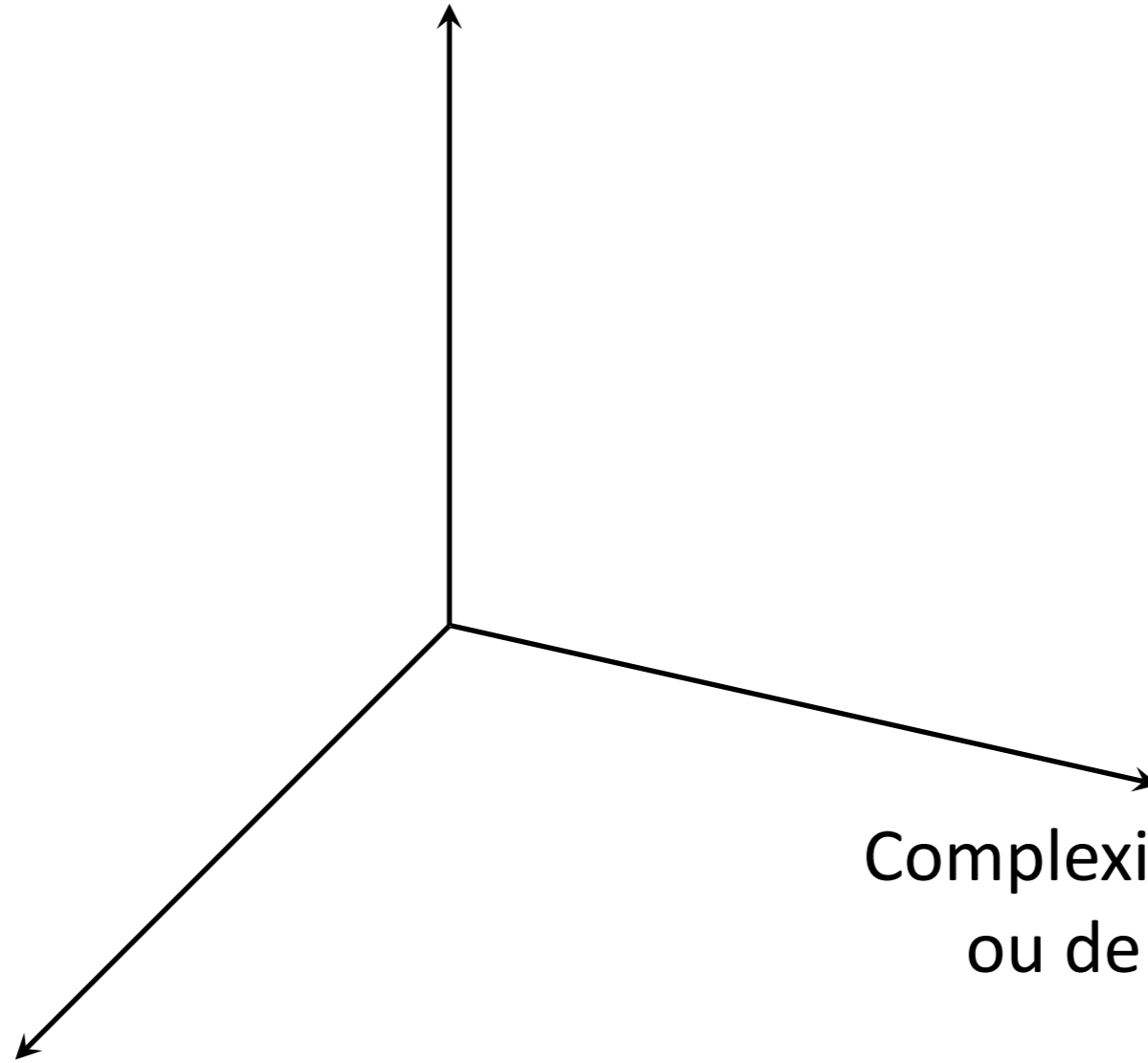


Field robotics

- Environnements complexes, ouverts et dynamiques
 - ✓ ville, route, autoroute, de jour, de nuit, par temps de pluie, avec du brouillard
 - ✓ interactions avec les autres usagers
- Zones de navigation
 - ✓ Sur routes publiques avec des règles établies pour des conducteurs humains
 - ✓ Sur circuits propres
- Briques technologiques en construction et en constante évolution
 - ✓ Capteurs de perception, de localisation
 - ✓ Cartes de navigation
 - ✓ Partages d'information via des moyens de communication
 - ✓ Calcul embarqué et traitement de l'information

Vision roboticienne

Capacité d'autonomie
Indépendance à l'humain



Complexité de la tâche
ou de la mission

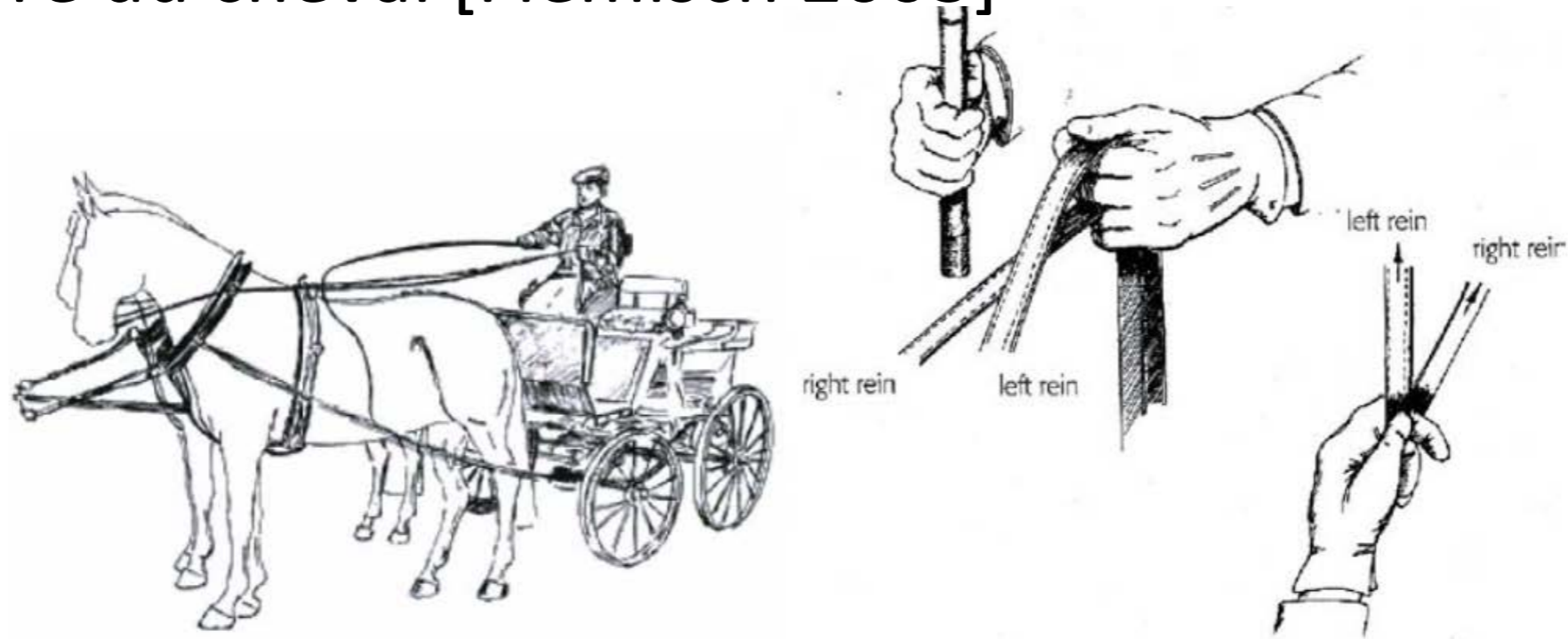
Complexité de l'environnement
et de la zone de navigation

Avancement des recherches

- **Conduite et navigation autonome du véhicule**
 - ✓ Perception multi sensorielle : compréhension et prédiction de scène de conduite
 - ✓ Localisation précise et intègre
 - ✓ Carte de navigation
 - ✓ SLAM : apprentissage et adaptation aux évolutions de l'environnement
 - ✓ Planification de trajectoires, décision, contrôle du véhicule
- **Partage d'information avec l'infrastructure et les autres véhicules**
 - ✓ Collecte et remontée d'informations
 - ✓ Perception et décision coopérative avec des informations dynamiques et locales
 - ✓ Partage d'intentions avec les autres acteurs
- **Sûreté de fonctionnement**
 - ✓ Méthodologies de conception et de validation
 - ✓ Redondance, diversification, auto-diagnostic, robustesse aux pannes et perturbations externes, reconfiguration dynamique
 - ✓ Système de sécurité, mise en situation de sécurité
- **Interaction et coopération avec le conducteur ou l'opérateur**
 - ✓ Interface homme-véhicule
 - ✓ Reprise en main du véhicule

Véhicule Autonome Partenaire

Métaphore du cheval [Flemisch 2003]



Il doit s'établir une relation partenariale de conduite entre le véhicule et l'humain

- ✓ Le véhicule ne sachant pas naviguer de façon autonome dans toutes les conditions, il doit être aidé par l'humain
- ✓ Le partenaire humain possède une position hiérarchique supérieure et doit garder la maîtrise du véhicule



Systemes robotiques autonomes pour la mobilité et le transport des personnes

Philippe Bonnifait

Université de Technologie de Compiègne, Sorbonne Universités
Heudiasyc UMR 7253 CNRS

Quel avenir pour la Robotique en France ?

Colloque interacadémique Académie des sciences et Académie des technologies

16 juin 2016