

Spécialité IA&RF

Intelligence artificielle et reconnaissance des formes

Philippe Muller muller@irit.fr,
Préparé avec l'aide de Viviane Cadenat,
Claudette Cayrol, Jérôme Farinas

27 mars 2014

- Présentation générale
 - la filière
 - les éléments d'un système complexe
- Quelques cadres d'applications et leurs liens avec les UEs de la spécialité :
 - décision/raisonnement
 - parole/langage
 - robotique



Spécialité indifférenciée “professionnelle et recherche”

M1 IA&RF

M1 IA&RF → M2 IA&RF/IRR
→ M2R IT Parcours IAICI

M2 IA&RF/IRR

spécialité IA&RF en Informatique

Parcours Intelligence Artificielle, Reconnaissance des Formes, Robotique
(Spé ISTR / Mention EEA)



Double compétence Informatique-Robotique



- Master 1 relevant du domaine EEA (ISTR)
- Master 1 relevant du domaine informatique
- Autre diplôme équivalent

Organisation

Effectif actuel : 25 étudiants ($\approx$ 50%-50%)

Cours : Sept à Février

Volume horaire : 514h

Cours/TD : 282h

TP/projets : 232h

Stage : 6 mois

<http://www.dept-info.ups-tlse.fr/>

http://www.eea.ups-tlse.fr/V2/pages/diplomes/m_istr.php

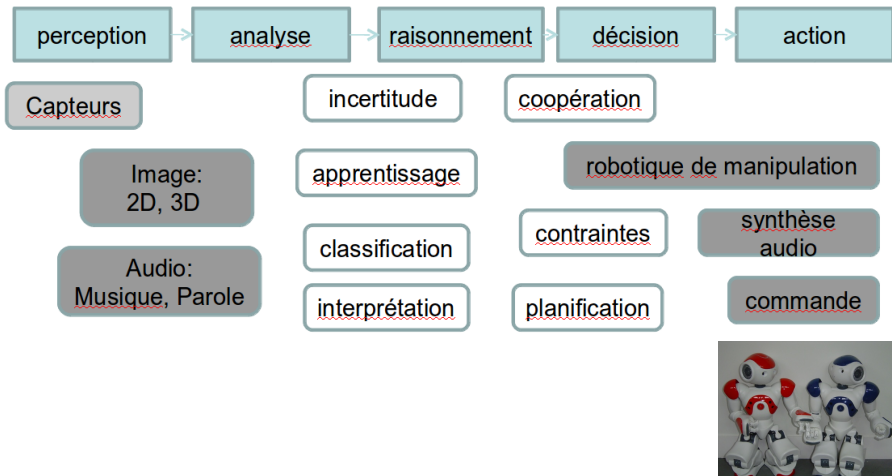
Responsable Informatique : Philippe Muller

Email : muller@irit.fr

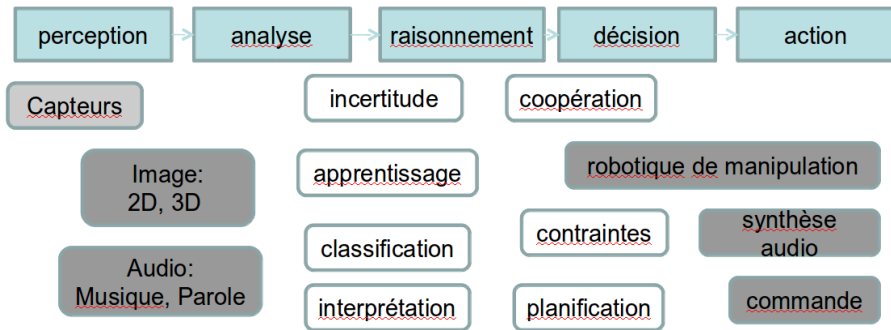
Responsable EEA : Viviane Cadenat

Email : cadenat@laas.fr

Intervention sur toutes les parties d'un Système Complexe



Intervention sur toutes les parties d'un Système Complexe



perception → gestion information → action

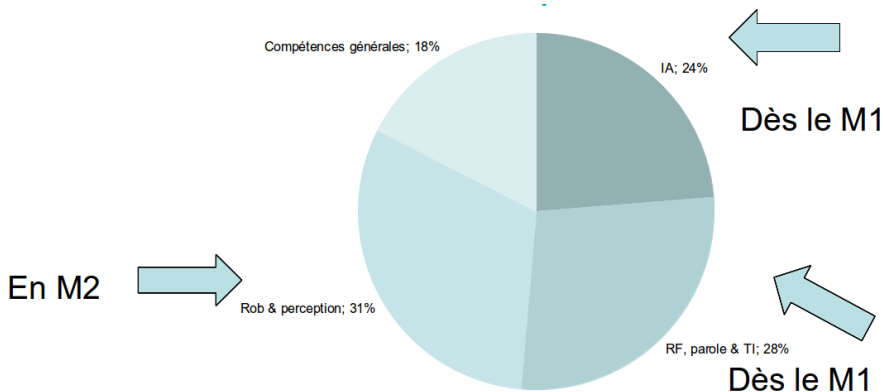


Double profil : roboticien-informaticien

- Robotique
- Traitement du signal, vision, perception
- IA, systèmes décisionnels
- Multimédia : parole, image, IHM
- Reconnaissance des formes
- Développement informatique

Secteurs d'application très variés

- Conception Orientée Objet
- Graphes et contraintes
- Recherche intelligente et coopération
- Représentation et traitement des connaissances incertaines
- Traitement du signal
- Traitement d'images
- Reconnaissance des formes
- Ingénierie des Technologies Vocales
- Perception pour la robotique (3D)
- Robotique &
 - Traitement de signal
 - Traitement d'images
- Robotique mobile



Humains, robots, machines, etc : “systèmes décisionnels”

une notion commune : la notion d'agent rationnel

- reçoit de l'information d'un environnement (perception)
- agit sur l'environnement (action)
- en fonction de l'information reçue et traitée (décision)

L'agent agit rationnellement s'il exécute toujours la “bonne” action (i.e. la meilleure possible) compte tenu de ses objectifs et de ses connaissances et/ou capacités.

La rationalité comprend en particulier :

- la capacité de perception et de modélisation de son environnement,
- la capacité de représenter des connaissances,
- la capacité de raisonner sur des connaissances,
- la capacité de produire des énoncés en langue naturelle,
- la capacité d'apprentissage,
- la capacité d'élaborer des projets collectifs.

Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?

- une tentative de programmation des ordinateurs pour faire ce que l'humain fait mieux (Rich & Knight)
- une tentative de programmation des ordinateurs pour faire des choses dont on dit qu'elle nécessite “de l'intelligence” quand elles sont faites par des humains
- une étude des calculs qui rendent possible la perception, le raisonnement et l'action (Winston)
- une façon d'étudier le cerveau humain
- une quête du “sens commun”
- une menace pour l'humanité

pour quoi faire ?

- des Modèles du comportement humain ?
des programmes qui semblent se comporter comme des humains
- des modèles de la "pensée" humaine ?
des programmes qui fonctionnent comme les humains
- des systèmes qui se comportent intelligemment ?
- des systèmes qui se comportent rationnellement

Le match homme-machine

Les ordinateurs c'est bon pour
l'arithmétique

manipuler des chaînes de caractères

les tâches répétitives

faire exactement ce qu'on leur dit

Les gens sont meilleurs pour
perception, vision, parole, etc.
l'action

comprendre et produire des phrases
en langage naturel

apprendre sur des exemples
le raisonnement de sens commun
les mathématiques
la conception et l'analyse :
- ingénierie,
- diagnostic médical,
- planification,

facile pour l'humain / difficile pour la machine

raisonnement	démonstration automatique
robotique	planification
jeux	stratégie, tactique
parole, langage	interfaces, recherche d'informations
vision	reconnaissances de formes, surveillance
diagnostic	pannes, diagnostic médical
base de données	base de connaissances
apprentissage	

Une autre façon de voir un système décisionnel

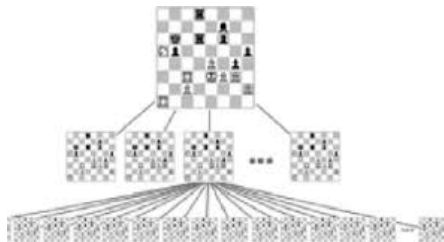
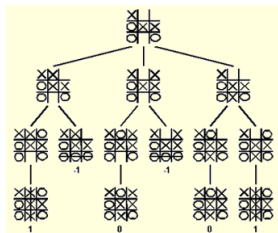
trois aspects cruciaux

- ➊ représentation : modélisation d'un domaine ou d'un problème particulier (mathématique ou logique)
- ➋ résolution : algorithmique, raisonnement, optimisation, apprentissage
- ➌ évolution / apprentissage

- la résolution nécessite des modèles explicites
 - du monde/ de l'environnement des agents
 - des contraintes
- nécessité d'une certaine expressivité des formalismes
 - faits/ buts
 - règles/ contraintes générales
 - théorie
- développement de bases de connaissances ("systèmes experts")
- développement de démonstrateurs automatiques / modules de raisonnement

- problèmes “combinatoires” : explosion des possibilités
- gestion de l'incertitude, modèles probabilistes
- gestion de l'évolutif

“combinatoires” : explosion des possibilités



- ① représentation et raisonnement pas toujours suffisant
- ② évolutivité d'un système
- ③ adaptation au changement
- ④ “apprentissage” automatique → généralisation à partir d'exemples

Exemple 1 : la configuration de produits

- Configurer = simuler la réalisation d'un produit complexe à partir de composants
- tenir compte des contraintes connues entre les types de composants
- faire des choix pour les différents attributs
- le problème de configuration est posé sous la forme d'un modèle de produit générique, et d'objectifs à atteindre.

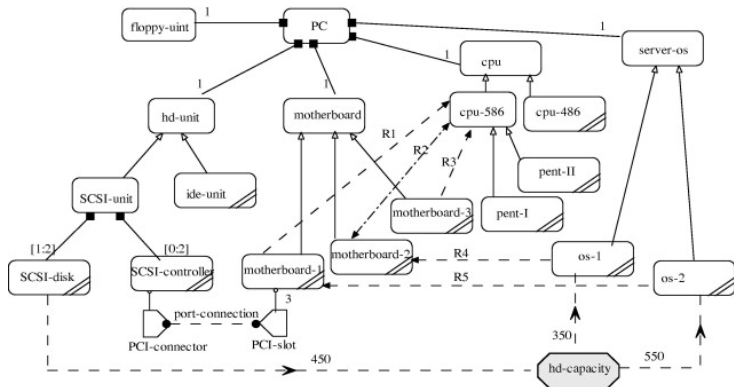
Une solution du problème est un produit satisfaisant à la fois

- les contraintes générales de réalisation
- et les contraintes et objectifs particuliers de l'utilisateur.

→

savoir générer une solution,
si possible une solution optimale,
ou, si le problème ne possède pas de solution, expliquer pourquoi.

Exemple 1 : la configuration de produits



Resource-balancing rule:
R7: sum of disk capacity of SCSI disks
 > sum of disk capacity consumed by OS

— — — ➔ Require rule

← Incompatible rule

● — — — ● port-connection

[nm] aggregation

→ subclass-of

Quantities supply resource

Quantities consumed resource

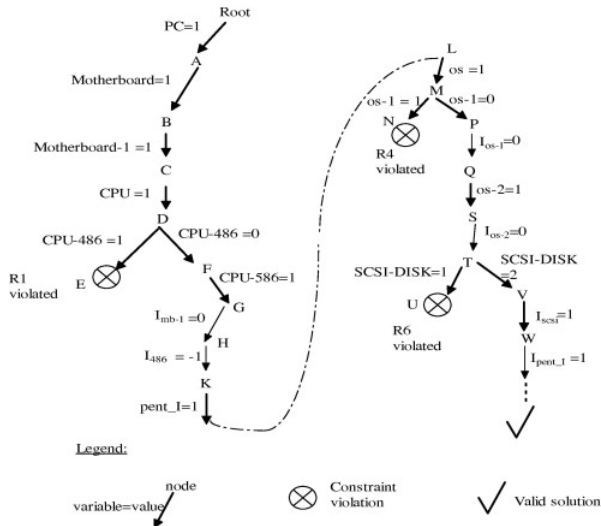
☐ Abstract component

 Concrete component

 port Resource

Exemple 1 : la configuration de produits

Résolution de problème par satisfaction de contraintes



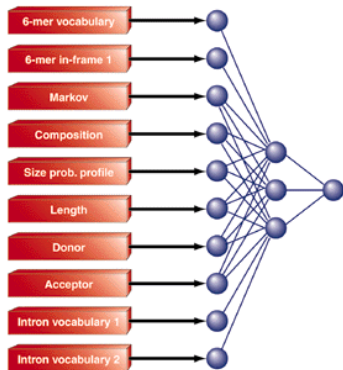
Exemple 2 : analyse de cartes génétiques

Une carte génétique est un diagramme représentant la position relative des gènes (séquences d'ADN) sur un chromosome et les distances entre ces gènes. La molécule d'ADN est une suite de séquences de petites molécules (les nucléotides) dont il existe 4 sortes abrégées en G T C A. Les gènes “actifs”, qui définissent des caractéristiques exprimées, correspondent à une séquence de ces bases, et n'occupent qu'une petite partie de la séquence complète de l'ADN :

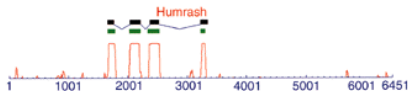
```
1321 agcagcttct aatttgggtg ogtggttgag agcgtcagc tgtcagccct gcccttgagg
1381 gctgggtccc ttttcccatc actgggtcat taagagcaag tgggggcag gcacagcccc
1441 tcccgccagc tgggttgagc ctgcacaggt aggcacgctg cagtccttgc tgccctggcgt
1501 tggggccagc ggacogctgt ggggtttgcc ttccagatggc cctgccagca gctgcctgtg
1561 gggggcctgg gctgggcctg ggcctggctg agcaggggcc tccttgccag gtggggcagg
1621 agacccctga ggaggacccc gggccgcagg cccctgagga gcgatgacgg aatataagct
1681 ggtggtggtg ggcgccggcg gtgtgggcaa gagtgcgctg accatccagc tgatccagaa
1741 ccattttgtg gacgaatacg accccactat agaggtgagc ctagegcgcg cgtccaggtg
1801 ccagcagctg ctgcgggcga gcccaggaca cagccaggat agggctggct gcagccctg
1861 gtccctcgca tgggtgctgt gccctgtctc ctgcttcctc tagaggaggg gagtccctcg
1921 tctcagcacc ccaggagagg agggggcatg agggggcatga gaggtaccag ggagaggctg
1981 gctgtgtgaa ctcocccccc ggaaggtctc gagggggtcc ctgagccctg tctctcctga
2041 ggattctctc cgggaagcagg tggctattga tggggagacg tgccctgttg acatcctgga
```

Ici 800 bases ($\approx 1/4.000.000$ e du génome), contenant le segment d'un gène du Ras, impliqué dans la transmission de signaux cellulaire. La portion “codante” occupe les positions 1624 à 1774, le reste est considéré comme de la poubelle (junk DNA).

Exemple 2 : analyse de cartes génétiques



informations prises en compte dans un réseau de neurones prédisant la partie de la séquence “codante”



Exemple 2 : analyse de cartes génétiques

techniques d'IA&RF impliquées

- apprentissage de début/fin de gène, apprentissage de séquence
- intégration de connaissances dans les prédictions
- satisfaction de contraintes (bonne formation des séquences)

ex : projet EUGENE (INRA)

M1

- TRP : techniques de résolution de problèmes
- RC : représentation des connaissances
- IAA : intro à l'apprentissage automatique
- TIA : techniques avancées de l'IA

M2

- GC : Graphes et contraintes
- RTCI : représentation et traitement de connaissances incertaines
- RIC : recherche intelligente et coopération
- RFIV : Reconnaissance des Formes et Ingénierie des Technologies Vocales

Perception de la parole / compréhension du langage

« bonjour »

bonjour

bO\$nJur



Niveau sémantique-pragmatique

Niveau syntaxique

Niveau lexical

Niveau phonétique

Niveau acoustique

Analyse/Paramétrisation de la parole

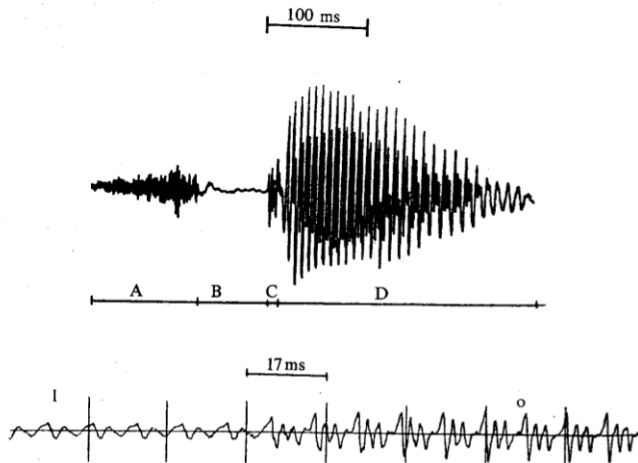
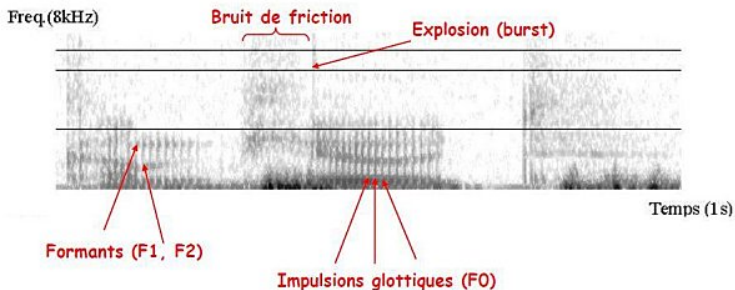


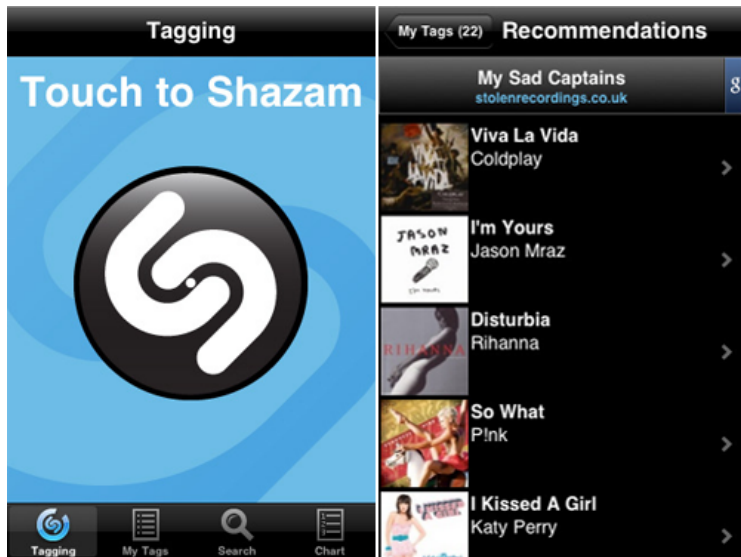
FIG. IX.1. — *Le signal vocal.* A : aléatoire, B : bruit, C : impulsion, D : pseudo-périodique.
Mot prononcé en haut /ski/, en bas, syllabe prononcée /lo/ signal plus détaillé.

Représentation de l'intensité d'un signal (gris ou couleur) en fonction du temps et de la fréquence (spectrogramme)



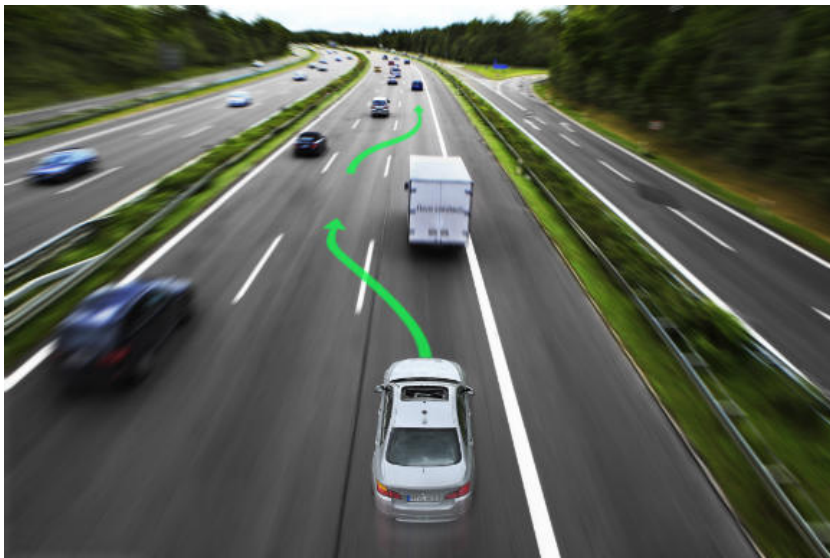
GPS : synthèse vocale





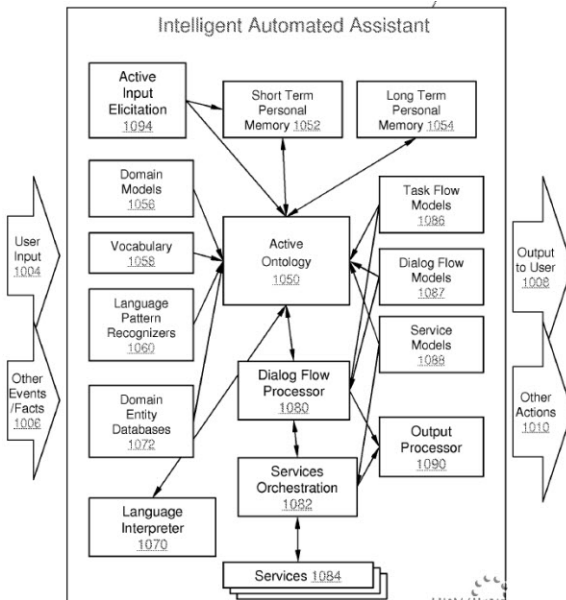


voiture : assistance à la conduite





Structure de l'application I



Structure de l'application II

- signal enregistré par le téléphone
- compression
- envoi sur un serveur
- analyse du message :
 - reconnaissance automatique de la parole
 - interprétation
 - modèle de dialogue (se base sur ontologie, historique, applications...)
- synthèse vocale

Structure de l'application III

Architecture fonctionnelle du système de dialogue oral



analogie avec un système de dialogue développé par VECSYS

- OIM Outils informatiques pour le multimédia (tronc commun)
- 3DIS Représentation et manipulation de contenus 3D, Images et Son
- IAA Introduction à l'Apprentissage Automatique
- IAN Introduction à l'audio numérique
- RFIV Reconnaissance des Formes et Ingénierie des Technologies Vocales (M2)



\$200

If you're standing, it's the direction you should look to check out the wainscoting.

\$1000

The first person mentioned by name in 'The Man in the Iron Mask' is this hero of a previous book by the same author.

\$600

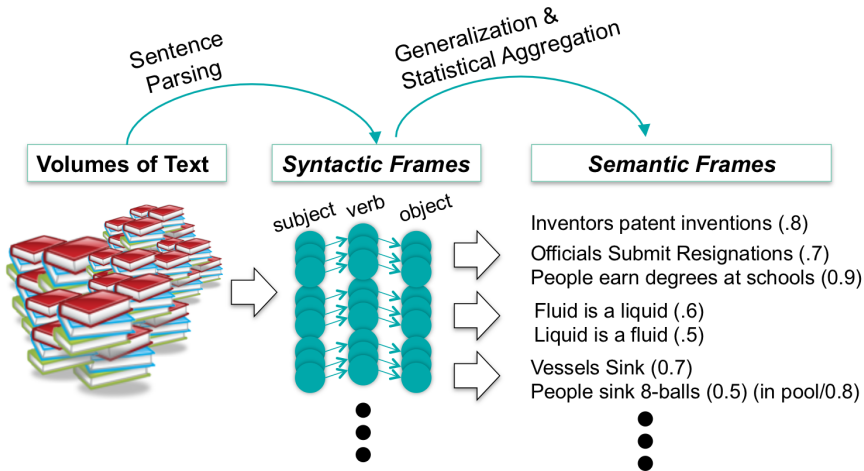
In cell division, mitosis splits the nucleus & cytokinesis splits this liquid *cushioning* the nucleus

\$2000

Of the 4 countries in the world that the U.S. does not have diplomatic relations with, the one that's farthest north

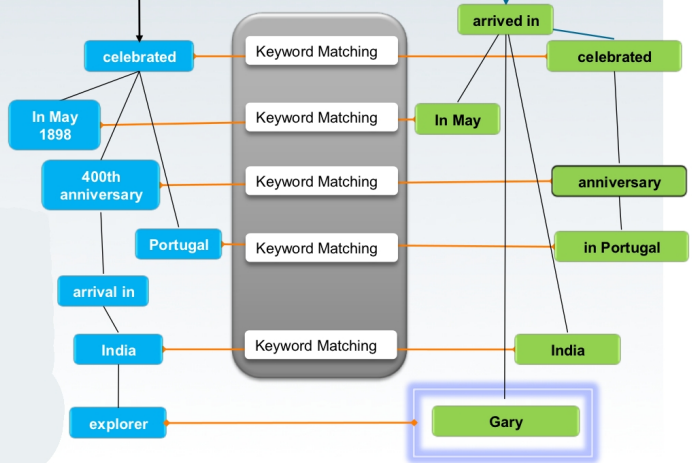
système de réponse à des questions, dans le format du jeu “jéopardy !”
utilise :

- traitement du langage naturel (analyse/production)
- apprentissage automatique
- représentation de connaissances / décision



In May 1898 Portugal celebrated the 400th anniversary of this explorer's arrival in India.

In May, Gary arrived in India after he celebrated his anniversary in Portugal.



In May 1898 Portugal celebrated the 400th anniversary of this explorer's arrival in India.

On the 27th of May 1498, Vasco da Gama landed in Kappad Beach

- Search Far and Wide
- Explore many hypotheses
- Find Judge Evidence
- Many inference algorithms

Temporal Reasoning

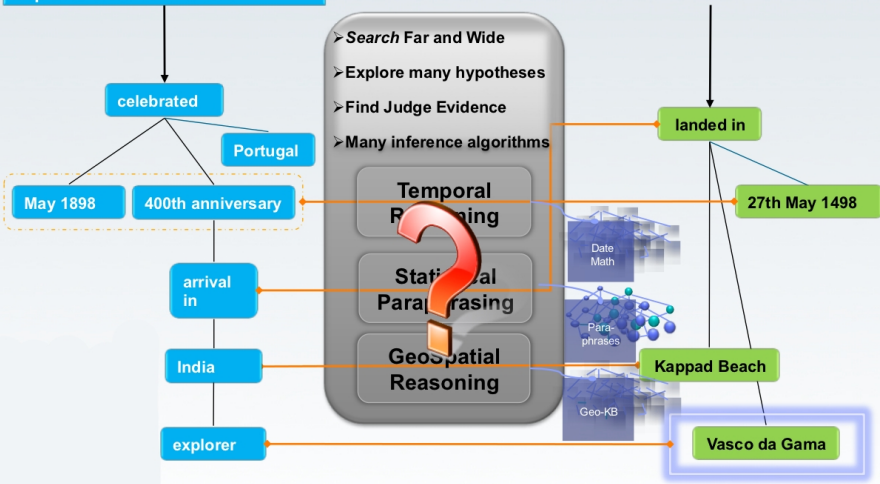
Statistical Reasoning

Geospatial Reasoning

Date Math

Para-phrases

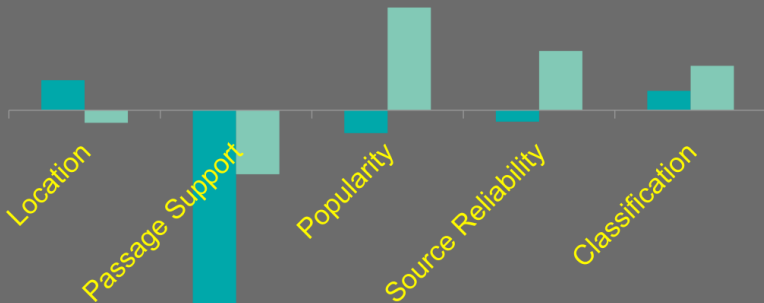
Geo-KB



Clue: You'll find Bethel College and a Seminary in this "holy" Minnesota city.

■ Saint Paul
■ South Bend

There's a Bethel College and a Seminary in both cities. System is not weighing location evidence high enough to give St. Paul the edge.



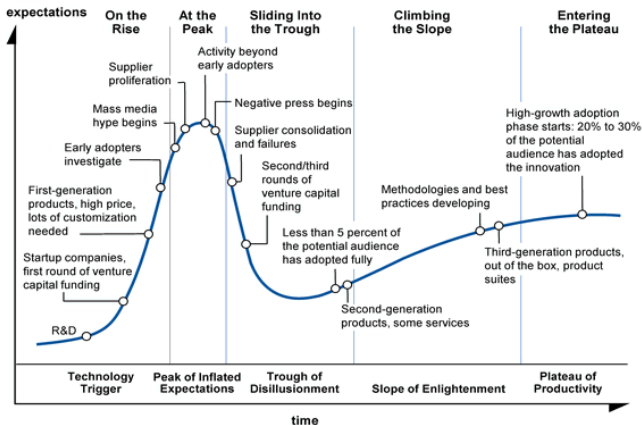
M1

- RC : représentation des connaissances
- IAA : intro à l'apprentissage automatique
- TIA : techniques avancées de l'IA

M2

- Graphes et contraintes
- RTCI : représentation et traitement de connaissances incertaines
- RFIV : Reconnaissance des Formes et Ingénierie des Technologies Vocales

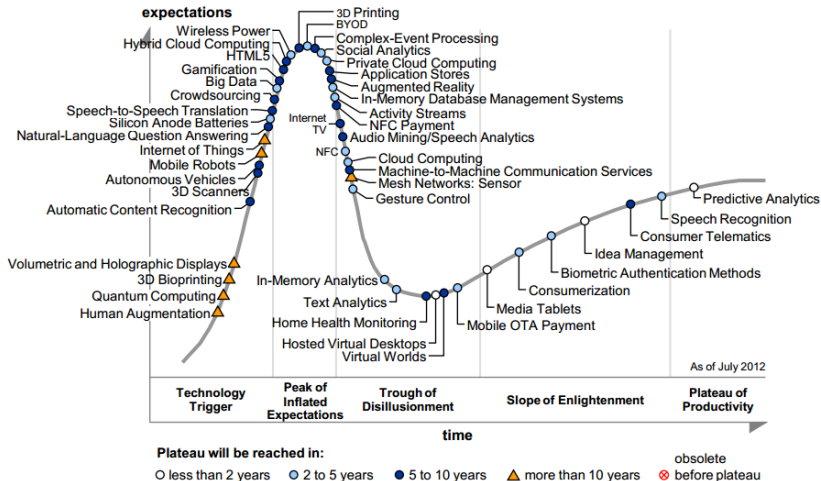
Hype Curve Cycle de Gartner



5 phases qui composent le cycle :

Lancement de la technologie, Pic des espérances, Phase de désillusion, Pente d'éclaircissement, Plateau de productivité

Emerging Technologies Hype Cycle 2012



Gartner

Robot

dispositif mécatronique accomplissant automatiquement des tâches généralement dangereuses, pénibles, répétitives, ou impossibles

Robotique

Ensemble des techniques et études tendant à concevoir des systèmes capables de “se substituer” à l'homme

Types de robots (1960→ 2010) :

- Robots manipulateurs
- Robots mobiles
 - Plateformes à roues
 - Engins volants (drones, ...)
- Manipulateurs mobiles
 - Plateformes mobiles équipées de deux bras
 - Humanoïdes



- Robotique de manipulation
 - Notions de base et introduction à la robotique industrielle
 - Modélisation et commande des bras manipulateurs
 - Génération de trajectoire
 - Capteurs/actionneurs spécifiques à la robotique
- Robotique mobile
 - Modélisation et commande des robots mobiles à roues
 - Localisation
 - Planification de mouvement
 - Robotique humanoïde

Des BE illustrant :

- Des applications industrielles sur des robots industriels : saisie automatique d'un objet repéré par la vision, assemblage, . . .
- La robotique mobile : navigation, localisation, commande par vision, etc.



Atelier Inter-Etablissements de Productique
et Pôle de Ressources Informatiques pour la MECAnique

Des compétences et des ressources dans les domaines
de la conception intégrée en mécanique et de la productique
au service de l'Enseignement, de la Recherche et de l'Industrie

Exemple de projet : Saisie automatique d'objets

- Problématiques :
 - Le robot dans l'atelier
 - Manipulation de pièces
- Objectif : saisir un objet détecté par la vision



Exemple de projet : Robotique mobile

- Problématiques :
 - Navigation autonome
 - Localisation
- Objectif : localiser un robot dans un environnement et le faire naviguer sans collision



Domaines d'applications de la Robotique

Robotique de manipulation

- Industrielles : Tâches répétitives, pénibles ou dangereuses
Assemblage, "pick and place", peinture, soudage, etc.



- Médecine : Tâches difficiles/impossibles
Aide au geste médical pour augmenter sa précision
Robot Da Vinci (chirurgie), Robots Estele et Prosit (échographie), ...
Micro-manipulation cellulaire (micro-injection, micro-prélèvement)

Domaines d'applications de la Robotique : Robotique mobile

- Militaires/Sécurité
Tâches de surveillance Navigation
Drones
- Exploration
Accès à des endroits dangereux,
inhospitaliers pour prélèvement/surveillance
Robots sous-marins, robots "martiens"
(Ex : Mars Pathfinder),
- Robotique de service, aide aux personnes,
loisirs (robot Aibo, robot Parrot)



Exemple d'application Grand Public

Robot Roomba, développé par la société iRobot (www.irobot.com/fr)



Compétences nécessaires au robot : la problématique de la navigation

- Percevoir l'environnement (détection d'obstacles, d'escaliers, de la saleté, etc.)
- Se localiser dans la pièce
- Décider des prochaines actions en fonction de ce qui a été perçu
- Se déplacer dans la pièce sans collision évitement d'obstacles

- Perception
 - Acquisition et segmentation d'informations capteur
 - Modélisation de l'environnement
- Robotique mobile
 - Localisation du robot dans l'environnement
 - Planification de trajectoire
 - Commande du robot pour le faire se déplacer
- Traitement du signal
 - Outils d'estimation de paramètres pour la localisation du robot
- Aspects décisionnels (IA)

Recherche : Visually-guided grasping while walking on a humanoid robot

Commande d'un robot humanoïde : déplacement pour saisir une balle
Collaboration entre l'INRIA Rennes et le Joint Robotic Laboratory
(Tsukuba, Japon)



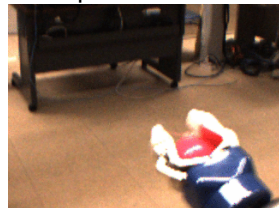
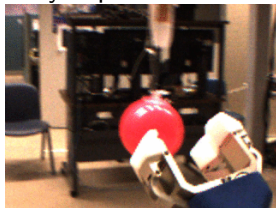
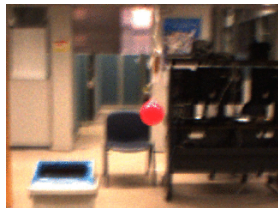
Robot utilisé : HRP2

Idée : Exploiter les images renvoyées par les caméras placées dans les yeux du robot pour diriger son mouvement

Difficultés : Prise en compte de contraintes d'équilibre,
conservation de la balle dans le champ de vue pendant l'approche,

Recherche : Visually-guided grasping while walking on a humanoid robot

Saisie de la balle : vue renvoyée par les caméras embarquées sur le robot



- Robotique de manipulation
 - Fondamentaux de la robotique
 - Modélisation géométrique (position/orientation) et cinématique (mouvement) des systèmes poly-articulés (bras manipulateurs)
- Robotique mobile
 - Modélisation et commande des robots mobiles
 - Robotique humanoïde
- Commande basée vision pour
 - Robots mobiles
 - Bras manipulateurs
- Vision par ordinateur et traitement d'images

même si on n'a pas eu le temps de tout aborder ...

- Robotique
- Traitement du signal, vision, perception
- IA, systèmes décisionnels
- Multimédia : parole, image, IHM
- Reconnaissance des formes
- Développement informatique

Quelques stages M2 (2012—2014)

Stratégie de rechargement et optimisation multi-critères pour le maintien de l'énergie globale d'un système multi-robots	Abankos Robotic
Détection d'obstacles	AKKA Informatique & Systèmes
Développement d'algorithmes de traitement vidéo pour micro-drone	Rockwell Collins
Navigation autonome pour un robot d'exploration planétaire	CNES
Interactions homme Robot "Sigverse project"	NII, Tokyo
Implementation of Artificial Intelligence techniques for automated content creation in 3D virtual worlds	NII, Tokyo
Système expert de dépouillement de tests	CS

Quelques stages M2 (2012—2014)

Ordonnancement de tâches multi-agents avec contraintes de communication	Onera
Gestionnaire de dialogue pour assistance d'achat personnelle	ManShadow
Technologie d'imagerie pour un système de vision de vol améliorée	Astrium
Classification de données issues de traitements d'analyse sémantique	Synapse
Planification de mouvements en animation d'acteurs digitaux	LAAS
Analyse de production pathologique de la parole	IRIT
Recalage d'images cérébrales chez des sujets âgés	CHU Purpan