

Intelligence Artificielle

Nicolas Turenne

INRA

nicolas.turenne@jouy.inra.fr

Diapo Intro 1

Je vais présenter un cours sur certains concepts de l'Intelligence Artificielle qui se préoccupe de simuler le raisonnement humain par extension la connaissance et la compréhension.

En préambule je vais présenter deux grands concepts qui ont contribué à la construction : la systémique et la cybernétique. Le terme **système** a été élaboré comme méthodologie à la fin du 18^{ième} siècle pour rationaliser la méthode scientifique (Leibnitz). Le terme de **cybernétique** a été introduit au 19^{ième} siècle pour décrire “l'art de gouverner” (Ampère, Trentowski). A la fin du 19^{ième} siècle la systémique et la cybernétique sont potentiellement enracinées dans le domaine de la biologie.

Ensuite je présenterai le plan du cours.

Histoire et Définition : Cybernétique

La Cybernétique :

- méthode d'analyse scientifique
- décomposition d'un système en éléments ou composantes, et de ses connexions
- déduire les propriétés de la totalité qu'ils constituent.

Concepts cybernétiques

- * Homéostasie
- * Autorégulation

Diapo Intro 2

La Cybernétique, est une méthode d'analyse scientifique, qui consiste à partir de l'identification complète d'éléments ou composantes, et de leurs connexions, et à déduire les propriétés de la totalité qu'ils constituent. C'est l'art d'agir efficacement dans un milieu incertain

Deux concepts clés sont l'homéostasie et l'autorégulation.

L'homéostasie se décrit comme ceci: tous les mécanismes vitaux quelques variés qu'ils soient, n'ont toujours qu'un seul but, celui de maintenir l'unité des conditions de la vie dans le milieu intérieur.

L'autorégulation signifie que le système peut gérer son propre contrôle de fonctionnement.

Histoire et Définition : Cybernétique

1942 : première conférence de Macy

1946 : conférence sur le thème : «Teleological Mechanisms in Society».

1947 : 5ème conférence portant sur la structure du langage

...

1953 : 10ème conférence de Macy.

Rudolf Carnap - positivisme logique,
et son disciple Yehoshua Bar-Hillel proposèrent
une théorie de l'information
complémentaire à celle que Claude Shannon avait présenté.

Diapo Intro 3

1942 : la première conférence de Macy avait pour objet les mécanismes de feed-back et les systèmes causaux circulaires, en biologie et dans les systèmes sociaux.

1946 : conférence sur le thème : «Teleological Mechanisms in Society». En 1946, Bateson se chargea d'organiser à Macy, hors cycle « Cybernetics », une conférence spéciale destinée aux chercheurs en sciences sociales : Talcott Parsons, Merton Robert King (sociologues) et Clyde Kluckholm (anthropologue), pour leur permettre de dialoguer avec Wiener et Von Neumann.

1947 : 5ème conférence portant sur la structure du langage, avec la participation de Roman Jakobson. Il en existe un bref compte-rendu. C'est l'année où Wiener forge le terme de « Cybernétique » pour donner une unité au mouvement d'idées issus des conférences de Macy.

Histoire et Définition :

Cybernétique

- * **ASHBY** William Ross Ashby (psychiatre) : in-entendu et la variété requise, du principe d'auto-organisation et de lois sur les systèmes régulés.
- * **BATESON** Gregory Bateson (Anthropologue)
- * **BAR-HILLEL** (Yehoshua Bar-Hillel) (Mathématicien) : collaborateur et disciple de CARNAP
- * **CARNAP** Rudolf Carnap (logicien) : membre éminent du Cercle de Vienne, et élève du philosophe Ludwig Josef Johann Wittgenstein (atomisme logique).
- * **FREMONT-SMITH** (médecin) : Président de la Macy Fondation
- * **JAKOBSON** Roman Jakobson Ossipovich (Linguiste) : - participant régulier. Harvard.[5]
- * **McCULLOCK** Warren [10] (Neurophysiologiste) : Exposé sur le feed-back et le feed-back négatif (inhibition dans le système nerveux central)
- * **ROSENBLUETH** Arturo [12] (Physiologiste)
- * **SHANNON** Claude Elwood Shannon (Mathématiques - Intelligence artificielle) Ingénieur communication à la Bell Telephon Company
- * **von NEUMAN** John von Neumann (Mathématicien) : - participant régulier. Il entame ses travaux sur la logique probabiliste au lendemain d'une conférence de Macy en 1946
- * **WIENER** Norbert Wiener (Mathématicien) : - participant régulier. Prof. de math. au MIT (Massachussets Institute of Technologie). En 1943, avec ses collaborateurs **ROSENBLUETH A. & BIGELOW J.**, il proposa un nouveau système de DCA pouvant prévoir la trajectoire de l'avion cible à partir d'un modèle analysant le comportement d'un pilote se sachant pourchassé.

Diapo Intro 4

Voici quelques célébrités de la cybernétique.

Histoire et Définition : Systémique

La systémique (ou analyse systémique) est un principe scientifique basé sur la logique de système qui peut s'apparenter à une science en tant que telle, mais aussi à une méthode, un langage, voire même à un état d'esprit, une philosophie.

L'approche systémique décrit la démarche qui permet de dépasser les limites de la méthodologie cartésienne classique pour aborder des sujets complexes qui lui étaient réfractaires grâce à une vision holistique.

Comme jeune science issue notamment de la cybernétique, la systémique doit encore stabiliser son axiomatique.

Diapo Intro 5

La systémique s'attache à faire face à la complexité des choses, on peut mieux voir grâce à elle ce qui doit être l'objet d'une analyse et définir jusqu'où la mener. Elle organise dans l'espace et dans le temps (instant, durée) l'information.

La systémique est définie comme une branche émergente de la science qui étudie les systèmes holistiques et essaie de développer un cadre philosophique, technologique et logico-mathématique dans lequel des systèmes physiques, mentaux/cognitifs, sociaux et métaphysiques peuvent être étudiés et expliqués. L'approche systémiste tente de généraliser les résultats obtenus par la cybernétique, la théorie des systèmes d'ingénierie classique.

La méthode classique dessine des séries d'opérations, successives, comme autant de segments destinés à représenter, dans la durée, selon un axe des temps, la réalisation d'une procédure, d'un ensemble de consignes et d'instructions, de règles à respecter, pour obtenir le résultat escompté. Voir la recette de la mayonnaise, par exemple.

Le scénario systémique dessine des schémas à la fois incomplets et

Histoire et Définition : Systémique

Le mot systémique est apparu dans la deuxième moitié du XXe siècle et découle de la Théorie des systèmes (ou Théorie systémique) qui est l'une des bases de la systémique, mais pas la seule.

1948 General System Theory

1950 Ecole de Palo Alto sur la thérapie familiale (théorie de la double contrainte)

1960-70 La théorie du chaos traite des systèmes dynamiques rigoureusement déterministes, mais qui présentent un phénomène fondamental d'instabilité

Diapo Intro 6

Le mot systémique est apparu dans la deuxième moitié du XXème siècle et découle de la Théorie des systèmes (ou Théorie systémique) qui est l'une des bases de la systémique, mais pas la seule.

1948 General System Theory est le titre original d'un ouvrage de Ludwig von Bertalanffy

1950 Ecole de Palo Alto sur la thérapie familiale (théorie de la double contrainte)

1960-70 La théorie du chaos traite des systèmes dynamiques rigoureusement déterministes, mais qui présentent un phénomène fondamental d'instabilité appelé « sensibilité aux conditions initiales » qui, modulant une propriété supplémentaire de récurrence, les rend non prédictibles en pratique sur le « long » terme. L'instabilité d'un système dynamique était déjà observée par le mathématicien Poincaré en 1900 mais l'informatique a permis de généraliser l'interprétation

Histoire et Définition : Systémique

- * **Bertalanffy** Ludwig von Bertalanffy (1949) auteur du premier ouvrage sur les systèmes
- * **Bateson** Georges Bateson (psycho-sociologue) : inventeur de la loi de la variété requise, du principe d'auto-organisation et de lois sur les systèmes régulés.
- * **Prigogine** Ilya Prigogine (chimiste) auteur du principe de stabilité par minimisation de l'entropie
- * **Vallée**, R. auteur d'une théorie de l'épistémo-praxéologie
- * **Thom** René Thom (mathématicien) en 1975 théorie des catastrophes
- * **Csanyi** Vilmos Csanyi en 1989 développe un modèle de système répliatif

Diapo Intro 7

Voici quelques célébrités de la systémique.

Histoire et Définition : Intelligence Artificielle

* L'intelligence artificielle (terme créé par John McCarthy), souvent abrégée avec le sigle IA, est définie par l'un de ses créateurs, Marvin Lee Minsky, comme « la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que : l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique ».

* Test de Turing

Diapo Intro 8

La notion d'intelligence artificielle faible constitue une approche pragmatique d'ingénieur : chercher à construire des systèmes de plus en plus autonomes (pour réduire le coût de leur supervision), des algorithmes capables de résoudre des problèmes d'une certaine classe, etc. Mais, cette fois, la machine semble agir comme si elle était intelligente.

C'est principalement sur base de cette hypothèse que la plupart des techniques actuelles d'intelligence artificielle sont utilisées. C'est par exemple la démarche utilisée par IBM dans son projet nommé Autonomic computing.

Simple évolution, donc, et non révolution : l'intelligence artificielle s'inscrit à ce compte dans la droite succession de ce qu'ont été la recherche opérationnelle dans les années 1960, le process control dans les années 1970, l'aide à la décision dans les années 1980 et le data mining dans les années 1990. Et, qui plus est, avec une certaine continuité

Histoire et Définition : Intelligence Artificielle

- 1943** McCulloch & Pitts : modélisation des neurones
 - 1950** ouvrage "Computing Machinery and Intelligence" de Turing
 - 1950-1960** 1er programmes d'IA:
 - programme de jeu de dame de A. Samuel,
 - "Logic Theorist" de Newell & Simon,
 - "moteur" géométrique de Gelernter
 - 1956** réunion de Dartmouth : le terme "Intelligence Artificielle" est adopté :
Minsky, McCarthy, Newell, Simon, Shannon, ...
 - 1966-74** l'IA découvre la complexité des calculs
 - 1969-79** 1er développements de système à base de connaissances
 - 1980-88** essor de l'industrie des systèmes experts
 - 1985-95** les réseaux de neurones redeviennent populaires
 - 1988-** les méthodes de décision probabilistes sont réutilisées
 - 2000-** les problèmes concrets sont "grands" : implique de nouvelles méthodes/techniques pour la vérification, l'estimation, le diagnostic...
- "Nouvelle IA": Fouille de Données, Intégration de Données, Traitement de Corpus, Interaction Homme-Machine, Systèmes Multi-Agents et Distribués.

Diapo Intro 9

- 1943** McCulloch & Pitts : modélisation des neurones
- 1950-1960** 1er programmes d'IA:
 - programme de jeu de dame de A. Samuel,
 - "Logic Theorist" de Newell & Simon,
 - "moteur" géométrique de Gelernter
- 1956** réunion de Dartmouth : le terme "Intelligence Artificielle" est adopté :
Minsky, McCarthy, Newell, Simon, Shannon, ...
- 1969-79** 1er développements de système à base de connaissances
- 1980-88** essor de l'industrie des systèmes experts
- 1985-95** les réseaux de neurones redeviennent populaires
- 1988-** les méthodes de décision probabilistes sont réutilisées
- 2000-** les problèmes concrets sont "grands" (systèmes industriels, passage à l'échelle)

"Nouvelle IA": Fouille de Données, Intégration de Données, Traitement de Corpus, Interaction Homme-Machine

Histoire et Définition : Intelligence Artificielle

* **Feigenbaum** Edward Feigenbaum travaux de pionniers dans les domaines de l'étude et la construction de systèmes d'intelligence artificielle à grande échelle, démontrant ainsi l'importance pratique et le potentiel commercial des technologies de l'intelligence artificielle

* **Reddy** Reddy Raj (idem)

* **Newell** Allen Newell (informatique et psychologie cognitive)

* **Simon** Herbert Alexander Simon (informatique et économie) Il s'est intéressé à la rationalité limitée (Bounded Rationality) ainsi qu'à la structure de l'organisation économique et aux propriétés de ses processus de décision

* **Minsky** Marvin Lee Minsky (sciences cognitives)

* **Good** Irving John Good ;

* **Lenat** Douglas Lenat ;

* **Papert** Seymour Papert ;

* **Pitrat** Jacques Pitrat en France ;

Diapo Intro 10

Voici quelques célébrités de l'IA.

Thèmes

Le cours couvre trois thèmes majeurs :

1- Espace de recherche

- recherche dans un graphe
- **satisfaction de contrainte**
- **théorie des jeux**

2- Représentation des connaissances et inférence

- **logique propositionnelle et du premier ordre**
- systèmes à base de règles
- **langage naturel**

3- Apprentissage

- **proches voisins**
- **arbres de décision**
- **réseaux de neurone**
- **SVM**

Diapo Intro 11

Je vais aborder trois grands chapitres **l'Espace de Recherche, la Représentation des Connaissances et l'Apprentissage.**

Il en existe d'autres comme la robotique/automatique , le traitement d'image, l'ergonomie et le diagnostic.

Si un ordinateur peut battre le champion du monde d'échecs. Il n'a pas conscience de jouer aux échecs et ne sait même pas parler comme un enfant de 4 ans. Du chemin reste à faire sur la compréhension du raisonnement humain.

Bibliographie

- * Jean-Louis Le Moigne, **La théorie du système général. Théorie de la modélisation**, 1977, PUF. Rééditions en 1986, 1990, 1994 et 2006 sous forme de e-book accessible en suivant le lien, ISBN 2130384838 ;
La modélisation des systèmes complexes, 1990, ISBN 2040197044
- * Francis Le Gallou, Bernadette Bouchon-Meunier (coord.), **Systémique, Théorie et applications**, 1992, Éd. Technique et Documentation Lavoisier, ISBN 2852067846
- * Jean-Pierre Algoud, **Systémique: vie et mort de la civilisation occidentale**, 2002, Éd. L'Interdisciplinaire, 2 volumes, 1 600 p.
- * Michel Crozier **L'acteur et la Système** Le Seuil 1977
- * Daniel Durand **La systémique** PUF 1979
- * Bertalanffy **General System Theory**
- * Wiener N. : **Cybernetics or control and communication in thé animal and thé machine**, Hermann, Paris 1948.
- * **L'Intelligence artificielle** (1994), ISBN 210002258X, Claire Rémy
- * **Intelligence artificielle et informatique théorique** (2002), ISBN 2854285786, ouvrage collectif
- * **Philosophie contre intelligence artificielle** (1996), ISBN 2912059003, Jacques Bolo
- * **Pensée et machine** (1993), ISBN 2903528284, Alan Ross Anderson
- * **Le Concept de preuve à la lumière de l'intelligence artificielle** (1999), ISBN 2130501044, Jean Sallantin, Jean-Jacques Szczeciniarz
- * **Intelligence artificielle et psychologie cognitive** (1998), ISBN 2100029894, Hervé Chaudet, Liliane Pellegrin
- * **Intelligence artificielle problèmes et méthodes** (1996), ISBN 2130474292, Gérard Tisseau
- * **A la recherche de l'intelligence artificielle** (1999), ISBN 2080814281, Daniel Crevier, Nathalie Bukcek
- * **L'Intelligence artificielle : Un guide d'initiation au futur de l'informatique et de la robotique** (2003), ISBN 2744016004, Jack Challoner
- * **Cours MIT** par *T. Lozano-Perez et L. Kaelbling*.

Diapo Intro 12

Voici quelques références bibliographiques en
Cybernétique, Systémique et Intelligence
Artificielle.