

2c



> **Ada**

connaissances : Le traitement des informations

Le cerveau humain est un réseau neuronal complexe. Sa dynamique est à l'origine de nos capacités de perception, de mouvement et d'émotion mais aussi de réflexion et de conscience.

Vous trouverez dans ce chapitre:

- Des informations concernant le traitement des informations dans le cerveau humain et chez Ada
- Des illustrations
- Des recommandations pour l'enseignement
- Une feuille de travail

A: Informations

Le traitement des informations selon les principes des réseaux neuronaux

Chez Ada, les données recueillies par les organes des sens artificiels ne sont pas traitées par des logiciels conventionnels mais selon un principe semblable à celui du système nerveux humain.

Les appareils techniques imitant un organe des sens, comme une caméra ou un microphone, ont été développés depuis un certain temps déjà et leur efficacité a sans cesse été améliorée. L'innovation du projet «Ada» est de connecter de manière rationnelle les différents composants. Ainsi Ada est bien plus que la somme de ses éléments. Les données recueillies par les organes des sens artificiels ne sont pas traitées par des logiciels conventionnels mais selon un principe semblable à celui du système nerveux humain. Ada est certes constituée d'ordinateurs normaux utilisant des systèmes d'exploitation conventionnels, mais leur organisation et leur mise en réseau et la manière dont les informations sont traitées est entièrement nouvelle: Ada a été programmée selon le fonctionnement de systèmes nerveux biologiques comme réseau hybride qui exécute dans son système informatique des calculs neuronaux et numériques.

Ada est le premier grand système neuromorphique de cette conception. Une grande partie des technologies appliquées ici n'a encore jamais été intégrée à un même système. Le logiciel de base d'Ada ne facilite pas seulement le développement de réseaux neuronaux, mais aussi l'intégration d'appareils externes, comme des caméras, des haut-parleurs, des micros, etc. Il est en outre possible d'examiner les réseaux neuronaux en temps réel, c'est-à-dire d'enregistrer et d'examiner les données en même temps et de présenter les résultats sans délai.

Un réseau neuronal

Le réseau neuronal ne connaît pas d'instance supérieure qui commande simultanément toutes les unités fonctionnelles. Les unités fonctionnelles immédiatement voisines les unes des autres communiquent plus que celles qui sont éloignées les unes des autres. La communication est donc surtout locale. L'ordinateur conventionnel, contrairement au système exposé ici, est organisé de façon hiérarchique: une instance supérieure a accès simultanément à tous les points du système.

Dans le réseau neuronal, la communication s'effectue d'unité fonctionnelle en unité fonctionnelle, comme dans le système nerveux de cellule nerveuse en cellule nerveuse. On peut illustrer ce système par une série de dominos: le domino qui tombe transmet le signal au domino suivant.

Une technique capable d'apprendre

Les réseaux neuronaux sont des systèmes de traitement des informations capables d'apprendre. Sur la base d'exemples, ils sont capables de choisir la meilleure solution par rapport à une situation et de constamment améliorer cette solution. Tout comme le cerveau, un réseau neuronal technique est un système complexe d'éléments autonomes, appelés des neurones ou des unités, dont les interactions locales créent des prototypes d'action globaux (des «réponses»). Contrairement aux ordinateurs, leur dynamique n'est pas contrôlée de façon centrale par des logiciels mais s'organise elle-même. Comme un cerveau, les réseaux neuronaux techniques sont flexibles, capables d'apprendre, de tolérer des variations par rapport à la norme et disposent d'un traitement parallèle des signaux.

Les réseaux neuronaux développés pour Ada se basent sur des modèles qui décrivent le fonctionnement de cerveaux réels. Il existe d'innombrables modèles qui expliquent comment les cellules nerveuses d'une région cérébrale spécifique communiquent entre elles et tous ces modèles émettent des suppositions sur la façon dont cette région cérébrale spécifique échange des informations avec d'autres régions du cerveau. Mais nous ne savons que très peu sur la collaboration entre les différentes régions du cerveau. Et nous savons tout aussi peu comment assembler les différents modèles existants afin que l'ensemble puisse fonctionner comme unité. Ada est un premier pas dans cette direction.

Le cerveau travaille-t-il comme un ordinateur?

La spécificité des réseaux neuronaux est évidente si on compare la manière de travailler d'un ordinateur conventionnel à celle d'un cerveau humain. Comme mentionné plus haut, la représentation prédominante actuelle du cerveau est l'ordinateur.

Il existe néanmoins quelques différences importantes entre les processus qui se déroulent dans le cerveau et ceux qui se déroulent dans un ordinateur:

- L'ordinateur ne peut traiter qu'un nombre réduit d'unités d'informations à la fois, le cerveau par contre est capable de traiter simultanément plus d'un milliard d'unités d'informations (traitement parallèle des données élevé).
- Le cerveau traite généralement les données de façon analogique, l'ordinateur conventionnel ne peut traiter que des données numériques. Ses informations doivent donc toutes être converties en un code de 0 ou de 1.
- Le cerveau reconnaît nettement mieux qu'un ordinateur une image dont une partie manque ou est erronée.
- Dans un ordinateur conventionnel, le traitement des données et leur mémorisation sont séparées. Lors du processus de travail, les données doivent donc sans cesse être déplacées d'un endroit à l'autre. Dans le cerveau par contre, le traitement des données et leur mémorisation sont étroitement liés: quel que soit l'endroit où des données sont traitées, elles peuvent également y être mémorisées.



Le réseau neuronal d'Ada

>Ada connaissances: Le traitement des informations**Apprendre**

Apprendre est une des principales facultés de l'être humain car elle lui permet d'adapter son comportement aux conditions de l'environnement. De la naissance à la mort, l'homme apprend sur lui-même et sur son environnement. L'apprentissage est une acquisition constante de connaissances et peut avoir pour conséquence un changement dans les manières de voir ou les comportements. L'apprentissage peut être conscient ou inconscient.

L'apprentissage se déroule en deux phases: lors d'une situation d'excitation, un être vivant recueille des informations et les enregistre dans sa mémoire (phase d'apprentissage). Dans une situation appropriée, l'information mémorisée est rappelée et provoque, de par l'expérience, un comportement modifié (phase d'application).

L'apprentissage n'est pas uniquement un processus rationnel, les émotions y jouent un rôle important.

L'apprentissage chez Ada

Comme l'homme, Ada apprend de ses expériences: elle peut mémoriser un évènement et le réutiliser par la suite. Elle peut également combiner différentes informations et en tirer des conclusions. Ada peut par exemple conclure d'une proximité de longue durée entre deux personnes que celles-ci sont ensemble. Elle apprend aussi à accorder ses nombreux composants: ses plaques de sol, ses yeux mobiles et ses spots lumineux. Ce processus peut être comparé à celui d'un enfant qui doit apprendre à saisir un objet. Les comportements des différents visiteurs renseignent également Ada sur leurs caractères, ainsi sur leur envie de jouer ou leur comportement en groupe. Ces «expériences» déterminent le comportement futur d'Ada et règlent à longue échéance son échelle de valeurs.

Mémoire

La mémoire est la faculté de stocker des informations de façon à pouvoir les réutiliser. Le stockage lui-même est l'assimilation, la récupération est le souvenir. Sans la mémoire, l'apprentissage serait impossible. La base matérielle de la mémoire est l'ensemble des cellules nerveuses, respectivement le cerveau.

Le cerveau ne fonctionne pas comme une mémoire électronique qui garde indéfiniment les informations enregistrées. Le déroulement détaillé de la mémorisation d'informations est encore peu connu.

Chez l'homme, on parle de trois types de mémoire: la mémoire sensorielle garde des informations pendant environ 20 secondes. La mémoire à court terme enregistre les informations pour une à deux heures au maximum, sa capacité de mémorisation est limitée. La mémoire à long terme peut garder les informations pendant toute une vie.

Dans le sens de l'enregistrement d'informations, Ada peut se souvenir des visiteurs avec lesquels elle a joué et des gestes, mouvements et sons qu'elle a perçus.

>Ada connaissances: Le traitement des informations**Rêver**

Un rêve est un évènement imaginaire se produisant de façon spontanée pendant le sommeil. Tous les hommes et les animaux plus développés rêvent. Les rêves se distinguent par exemple par la prédominance des émotions, une représentation ambiguë du temps et de l'espace et l'apparition d'images irréelles. Les évènements de la journée, appelés des restes de jour, peuvent également apparaître dans un rêve.

La fonction des rêves

Il existe diverses opinions sur la fonction du rêve chez l'homme. Certains scientifiques sont d'avis que le rêve sert au traitement des informations recueillies pendant la journée. Ce traitement se déroule en reprenant les restes de jour et en les reliant à des évènements semblables plus anciens du rêveur. Les spécialistes de la mémoire au contraire pensent que le rêve sert à éliminer les informations inutiles recueillies pendant la journée. Les physiologistes estiment que le rêve est un phénomène concomitant de séquences de décharge neuronales du tronc cérébral et nient toute fonction propre.

Lorsque Ada dort, les sons et la lumière sont sereins et agréables. Des effets sonores ou lumineux abrupts, soudains et accentués sont un signe qu'Ada rêve. Les rêves d'Ada sont des images de visiteurs qui, pour une raison ou une autre, ont été importants à ses yeux.

Terminologie**•Réseau neuronal**

Un réseau neuronal est constitué de neurones idéalisés, les «units». Les units sont connectés en parallèle par un réseau et reçoivent d'autres units des signaux (inputs) qui sont additionnés pour en calculer un output au moyen de fonctions mathématiques simples. Les signaux sont déterminés par le produit du poids et de la force de liaison entre les units.

Les réseaux neuronaux artificiels sont des modèles de calcul du traitement des informations motivés par la référence biologique (les systèmes nerveux et les cerveaux d'animaux).

•Neuromorphique

Dont la structure est copiée sur celle des cellules nerveuses.

•Hybride

Formé par croisement ou par mélange.

B: Recommandations pour l'enseignement



Les feuilles pourvues d'un cadre peuvent être copiées et distribuées aux élèves.

Explications sur la feuille de travail 2c.8

La feuille de travail présente le traitement des informations par un ordinateur conventionnel et le compare au traitement des informations par l'être humain.

Les logiciels de traduction (voir problème 1) sont une possibilité de s'intéresser à ce sujet. Il s'agit ici de problèmes de perception et d'utilité de tels logiciels de traduction. Il apparaît alors qu'il s'agit là du véritable défi de l'intelligence artificielle.

Le traitement des informations peut également être appliqué à différents problèmes informatiques, ainsi les logiciels de jeu. Il est par exemple possible de créer et d'appliquer un schéma de jeu en arbre pour le jeu des allumettes (problème 3). En ce qui concerne les schémas en arbre en informatique, voir Goldschlager 1990). Dans ce jeu, cinq allumettes doivent être posées sur la table et les deux joueurs peuvent chacun leur tour en retirer une ou deux. Le joueur qui doit prendre la dernière allumette a perdu.

Un schéma de jeu en arbre est une représentation des conséquences de chaque coup possible dans le jeu. Chaque nœud correspond à un coup possible et les «feuilles» montrent les conclusions du jeu possibles. Cette représentation est la base sur laquelle un ordinateur prend ses décisions pour jouer ses coups. Un schéma en arbre complet ne peut être représenté que pour les jeux simples tels que celui-ci.

Solutions

1. Les logiciels de traduction simples analysent certes bien la grammaire (syntaxe) d'une phrase mais ont le défaut de ne pas en comprendre le sens (sémantique). D'un point de vue grammatical, la phrase «Aschenputtel besuchte den Ball» ne se distingue pas de la phrase «Aschenputtel warf den Ball», leurs sens sont par contre différents. La même réflexion est valable pour les phrases «autoroute».

Le problème est dans la résolution d'ambiguïtés qui posent de grands problèmes à l'ordinateur. En se basant sur le sens de «werfen» ou de «besuchen», un être humain peut immédiatement comprendre la signification de «Ball». Reconnaître la signification d'un mot présuppose une imagination qui manque à l'ordinateur.

2. Illustration a

A B C
I2 B I4

Notre perception n'est pas toujours univoque: une fois nous interprétons le signe du milieu comme le nombre 13, une autre fois comme la lettre B, selon le contexte.

Illustration b



Les personnes qui vivent plutôt à l'extérieur voient ici un groupe de personnes à l'extérieur (une femme porte un récipient sur la tête). Par contre, ceux qui vivent généralement à l'intérieur voient ici un groupe de personnes sous une fenêtre.

Nos expériences et le contexte dans lequel se trouve l'objet observé influencent donc notre perception des choses.

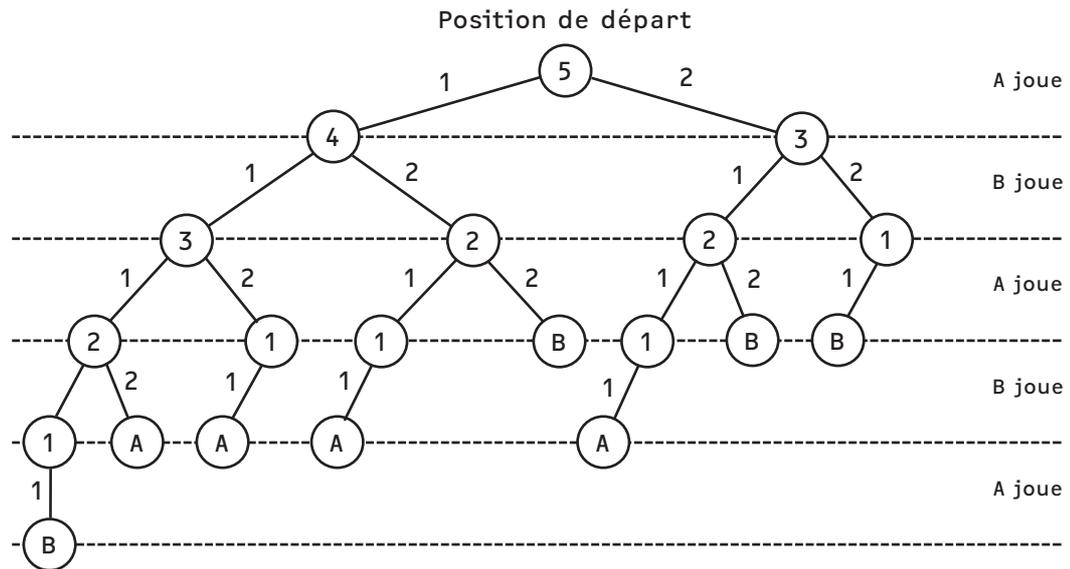


Schéma en arbre du jeu des allumettes: les chiffres sur les branches montrent le nombre d'allumettes enlevées, les chiffres dans les nœuds montrent le nombre d'allumettes restantes. Les lettres des nœuds terminaux désignent le vainqueur (d'après •Goldschlager 1990, p. 298)

Liens

Réseaux neuronaux

www.mantik.de/de/netze.html

www.gc.ssr.upm.es/inves/neural/ann3/anntutor.htm

www.genesis-sim.org

Tutoriel pour la programmation d'un réseau neuronal

www.imagination-engines.com/anntut.htm

Logiciel de traduction Babelfish

<http://de.altavista.com/pos/babelfish/trns/>

Ouvrages de référence

•Mainzer, Klaus: **Gehirn, Computer, Komplexität.** Berlin, Heidelberg 1997.

•Goldschlager, Les/Lister, Andrew: **Informatik. Eine moderne Einführung.** München 1990.

>Ada connaissances: Le traitement des informations

1. Compare les phrases ci-dessous et leurs traductions françaises fournies par le logiciel de traduction sur Internet BabelFish. Quelles sont les difficultés du logiciel de traduction?

Aschenputtel besuchte den Ball
Le Aschenputtel a visité la boule

Aschenputtel warf den Ball
Le Aschenputtel a jeté la boule

**Die Autobahn wurde durch einen Baumeister
gebaut**
L'autoroute a été construite par un architecte

Die Autobahn wurde durch ein Waldgebiet gebaut
L'autoroute a été construite par un secteur
de forêt

2. Deux exemples intéressants de perceptions différentes. De quoi cela dépend-il que les gens ne voient pas tous la même chose sur ces images?

A B C
I2 B I4



3. Dessine un schéma en arbre du jeu des allumettes.