

DIC9400 EXAMEN DE SYNTHÈSE en Informatique cognitive

ÉTUDIANT : A

VOLET : INFORMATIQUE

1. Quelles sont les différentes approches de l'apprentissage automatique ? Indiquez ce qui les distingue et fournissez des exemples représentatifs de ces approches.
2. Qu'est-ce que le raisonnement incertain et/ou imprécis ? Quelles solutions s'offrent à nous en terme de modèles informatiques ?
3. En quoi la problématique de la représentation des connaissances est importante dans les systèmes d'IA ? Quelles sont ces représentations ?

Bibliographie partielle

Russel & Norvig « AI a modern approach », Prentice-Hall series in AI ;

Kodratoff, Y. and Michalski, R.S. (Eds.), Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach, Vol. III, Morgan Kaufmann Publishers, 1990.

Michalski, R.S., Carbonell, J. and Mitchell, T., (Eds.), Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach, Vol. II, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., Los Altos, CA, 1986.

Michalski, R.S., Carbonell, J. and Mitchell, T., (Eds.), Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach, TIOGA Publishing Company, Palo Alto, CA, 1983.

AI, 2me edition de E. Rich et K. Knight, Mc Graw Hill, 1991.

VOLET : COGNITIF

1. Quelle est la conception de l'esprit sous-jacente au computationnalisme?
2. Quelle est la conception de l'esprit sous-jacente au connexionnisme?
3. Qu'est-ce que les logiques non monotones et pourquoi sont-elle utiles en sciences cognitives et en intelligence artificielle?

Bibliographie partielle

Brewka, G., Dix, J. & Konolige, K., Nonmonotonic reasoning, an Overview, 1997.

Kyberg, H. E. Jr. & Choh Man Teng, Uncertain Inference, Cambridge University Press, 2001.

Fodor, J., The Language of Thought, Harvard University Press, 1975.

Pylyshyn, Z., Computation and Cognition: Toward a Foundation for Cognitive Science, MIT Press, 1984.

Rumelhart, D., McClelland, J. and PDP Research Group, Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition, vol 1 Foundations, MIT Press, 1986.

Smolensky, P., The Proper Treatment of Connectionism, in Behavioral and Brain Sciences, 11 (1), 1988, p. 1-74.

ÉTUDIANT : B

VOLET : INFORMATIQUE

- 1- Quels sont les principaux formalismes de représentation de connaissances ?
Contrastez leurs forces et faiblesses.
- 2- Quelles sont les principales méthodes d'apprentissage-machine (machine learning) ?
Contrastez leurs forces et leurs faiblesses.
- 3- Quelles sont les principales techniques de forage de données (data mining) ?
Contrastez leurs forces et leurs faiblesses.

Bibliographie partielle

Jang, J.-S. R., Sun, C.-T. & Mizutani, E. (1997). Neuro-Fuzzy and Soft Computing. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

Luger, G. F. (2002). Artificial Intelligence : Structures and Strategies for Complex Problem Solving (Fourth ed.). Addison-Wesley.

Mitchell, T. M. (1997). Machine Learning. McGraw -Hill Higher Education.

Negnevitsky, M. (2002). Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems. Addison Wesley.

Witten, I. W. & Frank, E. (2000). Data Mining. Morgan Kaufmann.

VOLET : COGNITIF

- 1 Comment les travaux en théorie linguistique ont influencés les développements de la linguistique computationnelle. Appuyer votre argumentation sur le cas d'une théorie linguistique.
- 2 Discuter un cas de traitement computationnel qui incorpore les connaissances actuelles sur les propriétés des structures d'arguments des prédicats verbaux.
- 3 Quelles seraient les propriétés d'un système de traitement de l'information assurant une l'interaction optimale entre le traitement statistique et le traitement linguistique des expressions linguistiques.

Bibliographie partielle

- Berwick, R., Abney, S. & C.Tenny (eds.) 1991. Principle-Based Parsing: Computation and Psycholinguistics. Kluwer Academic Pulisher.
- Berwick, R. 1985. The Acquisition of Syntactic Knowledge. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Chomsky, N. 1995. The Minimalist Program. Cambridge, Mass : the MIT Press.
- Chomsky, N.2001. Beyond Explanatory Adequacy. Ms. MIT.
- Di Sciullo, A.M. 2001 "Asymmetry, Zero Morphology and Tractability". *PACLIC* 15: 61-72. (co author Sandiway Fong).
- Di Sciullo, A.M. 2000 "Parsing Asymmetries", In *Natural Language Processing*. Springer. Pp.24-39
- Kordoni, V. 2000. A Comparison of LFG and GPSG. ESSLLI Birmingham.
- Marcus, M. 1980. A Theory of Syntactic Recognition for Natural Language. Cambridge Mass.: The MIT Press.
- Merlo, P. & Stevenson, S. 2001. Automatic Verb Classification Based on Statistical Distributions of Argument structure. In *Computational Linguistics* 27: 373-408.
- Pereira, F. , B. Grosz (eds.) 1994. Natural Language processing. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Voronkov, A. 2000. Logic and Databases. ESSLLI Birmingham.
- Weinberg, A. 1999. A Minimalist Theory of Human Sentence Processing. In S. Eipstein & N. Hornstein (eds.) *Working Minimalism*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.

ÉTUDIANT : C

VOLET : INFORMATIQUE

1. En vous basant sur la bibliographie suivante, décrivez les principales caractéristiques d'ACT, la théorie de la cognition développée par John Anderson et utilisée dans le contexte des tuteurs cognitifs pour des systèmes tuteurs intelligents comme PAT. Vous en profiterez pour montrer ce que cette théorie apporte aux STI classiques.

Bibliographie partielle

Anderson, J. R., Corbett, A., Fincham, J., Hoffman, D., & Pelletier, R. (1992). General principles for an intelligent tutoring architecture. In V. Shute and W. Regian (Eds.), *Cognitive Approaches to Automated Instruction*, (pp. 81-106). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Corbett, A. T. & Anderson, J. R. (1995). Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 4, 253-278.

Corbett, A. T., Koedinger, K. R., & Anderson, J. R. (1997). Intelligent tutoring systems (Chapter 37). M. G. Helander, T. K. Landauer, & P. Prabhu, (Eds.) *Handbook of Human-Computer Interaction*, 2nd edition. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science.

Corbett, A.T. and Anderson, J.R. (1993) Student modeling in an intelligent programming tutor. In E. Lemut, B. du Boulay & G. Dettori (eds.) *Cognitive models and intelligent environments for learning programming*. New York: Springer-Verlag.

A.T. Corbett and J.R. Anderson, Student modeling and mastery learning in a computer-based programming tutor, in *Intelligent Tutoring Systems*, Springer-Verlag, Berlin, 1992, p. 413.

Corbett, A.T. and Bhatnagar, A. (1997). Student modeling in the ACT Programming Tutor: Adjusting a procedural learning model with declarative knowledge. *Proceedings of the Sixth International Conference on User Modeling*. New York: Springer-Verlag Wein.

Corbett, A.T., Anderson, J.R. and O'Brien, A.T. (1995). Student modeling in the ACT Programming Tutor. In P. Nichols, S. Chipman and B. Brennan (eds.) *Cognitively Diagnostic Assessment*. (19-41). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Ritter, S. (1997). Pat Online: A Model-tracing tutor on the World-wide Web. In *Proceedings of the Workshop on Intelligent educational systems on the World-Wide Web*, Kobe, Japan.

2. À l'aide de la bibliographie suivante, décrivez les caractéristiques essentielles des algorithmes génétiques. En fonction des exemples d'utilisation fournis dans la bibliographie, vous vous attacherez à montrer dans quelles situations et problématiques ces algorithmes peuvent être utiles et préférables à d'autres techniques.

Bibliographie partielle

Man, K. F. ; Tang, K.S. ; Kwong, S.: *Genetic algorithms : concepts and designs*
2nd ed.; Éditeur: : Springer New York , 1999

Randy L. Haupt and Sue Ellen Haupt: Practical genetic algorithms; Éditeur: New York ; Toronto : J. Wiley , c1998

Dawid, Herbert: Adaptive learning by genetic algorithms : analytical results and applications to economical models; Éditeur: Berlin : Springer , 1996

Mitchell, Melanie: An introduction to genetic algorithms; Éditeur: : MIT Press Cambridge, Mass. , c1996

Michalewicz, Zbigniew: Genetic algorithms + data structures = evolution programs; 3rd, rev. and extended ed; Éditeur: Berlin : Springer , c1996

Thomas Bäck: Evolutionary algorithms in theory and practice : evolution strategies, evolutionary programming, genetic algorithms; Éditeur: New York : Oxford University Press , 1996

3. La bibliographie suivante devrait vous permettre de donner un aperçu de la technique des réseaux bayésiens. Vous devrez essayer de caractériser cette technique et la situer par rapport à d'autres techniques comme les modèles de Markov cachés ou les systèmes dynamiques linéaires.

Bibliographie partielle

Becker, Ann ; Naim, Patrick: Les réseaux bayésiens : modèles graphiques de connaissance; Éditeur: : Eyrolles Paris , 1999

F. V. Jensen. "Bayesian Networks and Decision Diagrams". Springer. 2001.

J. Pearl. "Causality". Cambridge. 2000.

R. G. Cowell, A. P. Dawid, S. L. Lauritzen and D. J. Spiegelhalter. "Probabilistic Networks and Expert Systems". Springer-Verlag. 1999.

M. I. Jordan (ed). "Learning in Graphical Models". MIT Press. 1998.

P. Smyth, 1998. "Belief networks, hidden Markov models, and Markov random fields: a unifying view", Pattern Recognition Letters.

S. Russell and P. Norvig. "Artificial Intelligence: A Modern Approach". Prentice Hall. 1995.

J. Pearl. "Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference." Morgan Kaufmann. 1988.

E. Charniak, 1991. "Bayesian Networks without Tears", AI magazine.

VOLET : COGNITIF

1. Il a été observé, premièrement au niveau de la phonologie, que les règles de la composante phonologique des langues agissent comme des transducteurs à état-fini (Johnson, 1972). Cette intuition a été ensuite formalisée dans le domaine de la morphologie par Koskeniemi (1983), et modélisée par Karttunen (1983) dans un programme où les transducteurs à état-fini, agissant dans une architecture particulière où les éléments, sont distribués en deux niveaux de représentation. Cette approche et les hypothèses qui lui sont sous-jacents ont été très marquants dans le domaine de la morphologie computationnelle. Cette hypothèse de représentation est connue sous le nom de morphologie à deux niveaux.

Expliquez ce qu'est la morphologie à deux niveaux. Quelle est l'hypothèse de représentation qui y est sous-jacente?

2. PC-KIMMO, de Karttunen, est un exemple d'un analyseur morphologique à deux niveaux. Expliquez les avantages et les désavantages de cet analyseur. Quels sont les problèmes de complexité computationnelle qui lui ont été attribués ?
3. Dans le domaine de l'informatique cognitive, on peut se fixer comme objectif de contraindre le mode d'interaction entre les sciences cognitives et les théories des analyseurs de sorte que l'analyse informatique soit déterminée par des hypothèses sur la représentation cognitive. En linguistique générative, l'hypothèse de représentation a évolué tant par des arguments internes que par la confrontation avec les données des langues particulières. Ainsi, les propriétés morphologiques de l'arabe ont servi de base à des importantes modifications de la théorie sur les représentations morphologiques, et les théories des analyseurs doivent en rendre compte.

Expliquez les propriétés des *binyamins* et de la morphologie non-concaténative de l'arabe, et les problèmes d'architecture représentationnelle associés à ces propriétés dont les analyseurs devraient en rendre compte.

Bibliographie partielle

Antworth, Evan L. 1990. *PC-KIMMO: a two-level processor for morphological analysis*. Occasional Publications in Academic Computing No. 16. Dallas, TX: Summer Institute of Linguistics.

Karttunen, Lauri. 1983. KIMMO: a general morphological processor. *Texas Linguistic Forum* 22:163-186.

Koskeniemi, Kimmo. 1983. Two-level morphology: a general computational model for word-form recognition and production. Publication No. 11. University of Helsinki: Department of General Linguistics.

Koskeniemi, Kimmo & Church, K.W. (1988). Complexity, two-level morphology, and Finnish. In COLING-88, Budapest, pp. 335-339.

McCarthy, John. 1981. A prosodic theory of nonconcatenative morphology. *Linguistic Inquiry* 12: 373-418.

Sproat, Richard. 1991. Review of "PC-KIMMO: a two-level processor for morphological analysis" by Evan L. Antworth. *Computational Linguistics* 17.2:229-231.

Sproat, Richard. 1992. *Morphology and computation*, Cambridge, MA: MIT Press

Sproat, Richard. 2000. *A computational theory of writing systems*. Cambridge University Press.

ÉTUDIANT : D

VOLET : INFORMATIQUE

1. Quels sont les principales méthodes de représentation et de traitement des connaissances et quelle est la relation entre ces méthodes et le type de représentation des connaissances ? Caractériser par leurs méthodes de représentation et de traitement des connaissances, les principaux langages de programmation utilisés en intelligence artificielle.
2. Qu'est-ce qui distingue l'apprentissage symbolique par un programme de l'apprentissage connexionniste ? Quels sont les avantages et les inconvénients de ces deux approches à l'intelligence artificielle ?
3. Quels sont les techniques et les méthodes d'intelligence artificielle qui ont connu le plus de succès à date, dans lesquelles les technologies sont matures, utiles et largement utilisées en pratique ? À l'opposé, quels sont les domaines qui résistent le plus aux efforts de recherche et qui constituent des secteurs de pointe ?

Bibliographie partielle

Hayes-Roth, F.: *Artificial Intelligence – What works and What Doesn't?* AI Magazine, summer 1997, pp. 99-113

Langley P. (1996): *Elements of Machine Learning*. Morgan-Kaufmann.

Laurière, J. L. (1986) : *Intelligence artificielle: résolution de problèmes par l'homme et la machine*. Eyrolles.

Minsky, M. (1986) : *The society of Mind*. Simon and Schuster.

Munakata, T. (1998) : *Fundamentals of the New Artificial Intelligence*. Springer

Paquette, G., Bergeron, A. (1989) : *L'intelligence artificielle – Comprendre et prolonger l'intelligence humaine*. Beauchemin, Montréal.

Rich, E., Knight, K. (1991) : *Artificial Intelligence, 2nd edition*. McGraw-Hill.

Russell S., Norvig P. (1995): *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice-Hall

Winston P. (1992) : *Artificial Intelligence, 3rd edition*. Addison-Wesley.

VOLET : COGNITIF

1. Quels sont selon vous les apports théoriques respectifs des approches logique-computationnelle (modèles basés sur la machine de Turing) et dynamique-connexionniste (modèles à base de réseaux de neurones) à la compréhension des processus cognitifs en général? Veuillez distinguer, dans votre réponse, les apports concernant l'avancement des connaissances sur le fonctionnement cognitif humain, des apports associés au développement d'applications pratiques en intelligence artificielle.
2. Dans quelle mesure les théories du fonctionnement de la mémoire, sous-jacentes aux diverses approches en science cognitive, influencent-elles les modèles du traitement de l'information?
3. Quel est selon vous la contribution principale des diverses réalisations en vision artificielle à la compréhension du fonctionnement du système visuel humain?

Bibliographie partielle

1. Anderson, J. A. (1995). An introduction to neural networks. Cambridge: MIT Press.
2. Anderson, J.R. (1983). The architecture of cognition. Cambridge: Harvard University Press.
3. Fodor, J. A. and Pylyshyn Z. W. (1988). Connexionism and cognitive architecture: A critical analysis. *Cognition*, 28 (3), 3-71.
4. Fodor, J.A. (1983). Modularity of mind. Cambridge: MIT Press.
5. Johnson-Laird, P. N. (1988). The computer and the mind: An introduction to cognitive science. Cambridge: Harvard University Press.
6. Kohonen, T. (1989). Self organization and associative memory. Berlin: Springer Verlag.
7. Marr, D. (1982). Vision. San Francisco: Freeman.
8. Osherson, D.N, Gleitman, L.R., Liberman, M. (1995). An invitation to cognitive science. Vol 1-4
9. Posner, M.I. (1989). Foundations of cognitive science. Cambridge: MIT Press
10. Rumelhart, D. E., McClelland, J. L. and the PDP Research Group (1986). Parallel distributed processing.. Explorations in the microstructure of cognition. Vol. 1: Foundations. Cambridge: MIT Press.

Dans le cas, des 4 volumes au #8, le premier contient le cadre général et l'un des 3 autres peut constituer un complément selon que l'étudiant s'intéresse au langage, à la perception ou au raisonnement.

ÉTUDIANT : E

VOLET : INFORMATIQUE

Question 1 : propriétés des réseaux neuroniques

- 1.1 Comparer les propriétés des réseaux neuroniques avec celles de techniques classiques de l'intelligence artificielle et de la fouille de données (systèmes experts, mesures statistiques, arbres de décision, etc.) ;
- 1.2 citer des champs d'application, préférablement en génie logiciel, où l'usage des uns est mieux approprié que celui des autres.

Questions 2 : topologies des réseaux neuroniques

- 1.1 Décrire au moins trois architectures de réseaux neuroniques qui permettent l'apprentissage de patrons qui évoluent avec le temps (e.g. séries chronologiques);
- 1.2 discuter de leur utilisation à des fins de régression et de classification.

Question 3 : réseaux neuro-flous

- 1.1 Décrire au moins trois méthodes pour construire un réseau neuro-flou ;
- 1.2 les comparer en termes d'avantages et d'inconvénients ;
- 1.3 discuter la capacité de produire des règles de chacun d'eux.

Références

John Hertz, Anders Krogh & Richard G. Palmer, Introduction to the theory of neural computation, Addison Wesley (1991)

Simon Haykin, Neural Networks, a comprehensive foundation, Wiley (1999)

Michael Negnevitsky, Artificial intelligence, a guide to intelligent systems, Addison Wesley (2002)

J.-S. R. Jang, C.-T. Sun & E. Mizutani, " Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence," Prentice Hall, 1996.

Leonid I. Perlovsky, Neural networks and intellect, using model-based concepts, Oxford University Press, 2001

Journaux professionnels et actes de conférences divers

VOLET : COGNITIF

1-Expliciter les principaux thèmes du débat entre la représentation connexionniste et la représentation symbolique.

2- Relier la problématique de l'esprit et du computationnalisme.

3- Expliciter deux systèmes de représentation des connaissances et montrer leur communauté et différence d'un point de vue syntaxique et sémantique.

Références

Introduction de l'encyclopédie du MIT, Wilson, Keil (MIT 1999)
Vocabulaire de sciences cognitives, Houdé, Kayser, Koenig (PUF 1998)
Blackwell Companion to Cognitive Science, (Bechtel et Graham. (1999)
Blackwell Companion to Philosophy of Mind. (Guttenplan, 1996)
Textes Fondateurs en Sciences Cognitives (Aline Pélissier et Alain Tête)
FODOR, J. et PYLYSHYN, Z. (1988). " Connectionnism and Cognitive Architecture : A Critical Analysis. Special Issue: Connectionnism and Symbol System." *Cognition*; 28 (1-2), 3-71
PYLYSHYN, Z. (1984), *Computation and Cognition. Toward a Foundation for Cognitive Science*, Cambridge, Mass., The MIT Press.