

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 48 (1990)
Heft: 237

Artikel: L'intelligence artificielle pour les projets astronomiques et spatiaux?
Autor: Heck, André
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-898876>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

L'Intelligence Artificielle pour les Projets Astronomiques et Spatiaux?

ANDRÉ HECK

L'intelligence? Et une artificielle?

Un examen de la définition du terme *intelligence* donnée par n'importe quel dictionnaire conduit inévitablement à un sentiment embarrassé: en fait, nous devons admettre que nous ne savons pas exactement ce qu'est *l'intelligence*. Nous percevons ce qu'elle peut être, comme des personnes vivant dans une sphère et imaginant cette forme géométrique, mais ne l'ayant jamais vue de l'extérieur.

Depuis maintenant plusieurs années, l'Union Astronomique Internationale (UAI) a reconnu officiellement un nouveau domaine: la *bio-astronomie*. Une des commissions de l'UAI appelée SETI (pour *Search for Extra-Terrestrial Intelligence ou Intelligent Life*) se consacre ainsi aux problèmes de la recherche d'une vie ou d'une intelligence extraterrestre et ce, alors que nous n'avons pas encore bien compris ce qu'est la vie ou l'intelligence sur notre planète.

Mais paradoxalement, si nous pouvions trouver d'autres types d'intelligences ou de vies dans l'univers, nous serions mieux à même d'extraire les caractéristiques essentielles d'une intelligence et d'une vie, et non plus seulement de la nôtre, et de donner ainsi une définition générale de ces concepts.

Mon but n'est pas ici de vouloir entamer un débat philosophique qui aurait certainement son intérêt intrinsèque mais qui pourrait rester inconclus. Je désire simplement mettre en évidence le fait que, si l'intelligence en soi est déjà si problématique à cerner, il est certainement quelque peu abusif de vouloir parler d'une *intelligence artificielle* (IA).

Et pourtant, il s'agit là d'une expression que l'on rencontre de plus en plus fréquemment pour qualifier un ensemble de méthodes de programmation traitant plus efficacement un certain nombre de problèmes. Une gamme de plus en plus grande de *systèmes experts* ou de *systèmes à base de connaissances* (qui constituent ces nouvelles techniques) sont disponibles sur le marché et appliqués à des projets astronomiques et spatiaux.

Techniques et machines

Il ne faudrait cependant pas commettre l'erreur — comme aux premiers temps de l'informatique — de considérer les techniques d'IA comme une panacée utilisable aveuglément pour n'importe quel problème.

Utiliser de l'IA, des systèmes experts ou des systèmes à base de connaissances revient simplement à faire de l'informatique — ou de la programmation — d'une autre manière. Les techniques d'IA sont cependant plus proches du comportement ou du raisonnement humain si on les compare à la programmation traditionnelle.

Je n'ai pas l'intention d'entrer ici dans les détails des techniques elles-mêmes, ni des machines qui y sont souvent liées: leur évolution est très rapide et de bons articles de référence sont disponibles dans les ouvrages dont il sera fait mention plus loin.

L'intelligence des techniques d'IA reflète seulement ce qui y a été mis, comme c'est le cas pour les autres techniques informatiques. Elles ne peuvent pas penser pour nous, mais plutôt réaliser des tâches fastidieuses ou compliquées beaucoup plus rapidement que nous ne le pourrions. On ne devrait jamais oublier que la partie intelligente dans le couple homme-machine reste le cerveau humain. Et un système sera d'autant plus utile et agréable à l'emploi qu'il sera mieux adapté à cette intelligence humaine.

Il serait incorrect de croire que les techniques d'AI peuvent ou pourront compenser la stupidité naturelle (ou humaine). Il peut paraître quelque peu ridicule de rappeler ces principes fondamentaux, mais l'expérience indique qu'ils doivent être continuellement remémorés aux utilisateurs.

Les techniques d'IA ont des potentialités et une flexibilité que n'a pas la programmation traditionnelle. Une caractéristique fondamentale de l'IA est l'appel à une base de connaissances que le système serait capable de modifier par lui-même au fur et à mesure qu'il appréhende de nouveaux concepts, de nouvelles données ou expériences, un peu comme un enfant qui apprend progressivement les choses de la vie.

Les trois composantes principales d'un système d'IA sont:

- la base de connaissances (les données ou informations de référence),

- le moteur d'inférence (les règles) et
- le système de contrôle ou de gestion.

Ce dernier peut être très dépendant d'une machine pour laquelle le système d'IA aurait été spécifiquement conçu. La construction de la base de connaissances, soit par compilation de données ou par extraction de l'expertise de spécialistes ad hoc, peut se révéler problématique pour certaines conceptions de systèmes-experts.

Applications

Jusqu'à présent, les techniques d'IA ont été appliquées avec succès ou se sont révélées utiles dans des domaines tels que:

- le raisonnement humain,
- l'établissement de théorèmes,
- le raisonnement incertain,
- les interfaces par langages (quasi-)naturels,
- l'accès à des bases de données,
- la reconnaissance de voix,
- la reconnaissance optique de caractères,
- la synthèse orale,
- le diagnostic médical (notamment à partir d'EEG et ECC),
- l'interprétation de secousses sismiques,
- la prise de décisions (gestion, etc.),

Quant aux activités liées à l'espace, on peut mentionner (voir, par exemple, ESTEC, 1988):

- la programmation des opérations sur satellite,
- le contrôle d'*attitudes* de satellites,

(suite en page 67)

- le contrôle *d'attitudes* de satellites,
- l'utilisation des ressources à bord d'engins,
- l'assistance d'opérateurs,
- la planification du travail au sol,
- la conception préliminaire, notamment de systèmes optiques,
- la planification d'activités d'équipages,
- le contrôle à haut niveau de bras robotiques,
- les missions lointaines,
- l'évaluation de risques et la planification conséquente,
- la gestion de batteries,
- la surveillance et le diagnostic,
- la planification de la maintenance,
- l'isolation de défauts,
- la résolution de problèmes en temps réel sur engins,
- ...

Evidemment, ces listes ne prétendent pas à l'exhaustivité.

En astronomie, une compilation de ce qui se fait actuellement a été publiée récemment (Heck & Murtagh, 1989). La plupart des chapitres contiennent de longues listes bibliographiques qui peuvent être utilisées pour obtenir des informations plus détaillées. On peut également se référer aux comptes-rendus du premier colloque spécifique sur les techniques d'IA appliquées à l'astronomie qui s'est tenu au printemps 1989 à l'Observatoire Astronomique de Strasbourg (Heck, 1989).

Outre les applications spécifiques que nous détaillerons plus loin, on peut ainsi recenser en astronomie:

- la préparation de propositions d'observation,
- l'évaluation de celles-ci,
- la programmation de télescopes,
- le contrôle en temps réel de diverses instrumentations,
- l'exploitation de bases de données,
- l'analyse de données,

- la classification de spectres, d'objets, etc.,
- les sondages de divers types avec analyse automatique des données,
- la recherche de périodicités,
- la reconnaissance de formes,
- l'étude de la structure interne stellaire,
- la prédiction de courbes de lumière,

L'IA, l'IUE et le HST

Les classifications spectrales stellaires sont plus que de simples exercices taxonomiques visant à étiqueter les étoiles et à les trier. Elles sont utilisées pour décrire les paramètres physiques fondamentaux dans les couches extérieures des étoiles, pour discriminer les objets particuliers, de même que pour d'autres applications comme les déterminations de distance, l'étude de l'extinction interstellaire et la synthèse de populations stellaires.

Au-delà de l'approche morphologique, des méthodes de classification statistique et automatique ont été développées et ont prouvé leur efficacité pour traiter de grandes quantités de données et des domaines spectraux nouvellement explorés. Les techniques d'IA permettent d'autres progrès dans cette direction et peuvent faciliter la classification de données émanant de différents domaines spectraux.

Des divergences avaient été mises en évidence entre les classifications spectrales du type Morgan-Keenan (MK), déduites du domaine visible du spectre, et celles obtenues de l'ultraviolet (UV), par exemple à partir des spectres collectés par l'International Ultraviolet Explorer (IUE) (voir notamment Heck, 1987). Il fallut en conséquence confirmer ces classifications ultraviolettes et ce, indépendamment des classifications visibles. Ce fut réalisé à l'aide d'une méthodologie statistique, mais des techniques d'IA sont maintenant utilisées pour raffiner la classification.

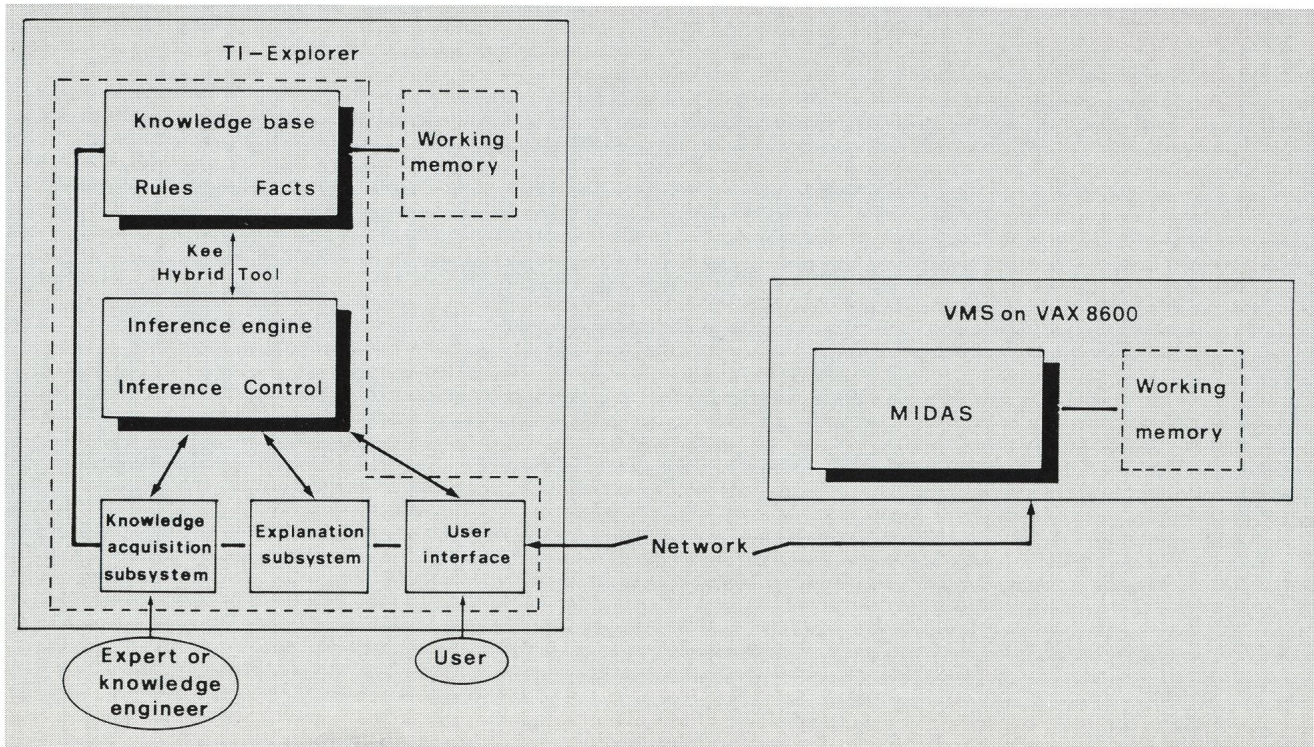


Schéma du système expert développé pour la classification des spectres IUE (Rampazzo et al., 1988).

Un *rule-based classifier* fut conçu (Rampazzo *et al.*, 1988) à partir d'un système expert commercial, requérant «seulement» le développement d'un langage d'accès pour l'utilisateur et d'une base de connaissances, de même que des tests sur un ensemble de spectres de classification bien connue. L'ensemble fut relié au système de traitement d'images MIDAS de l'Observatoire Européen Austral (ESO) pour obtenir les mesures brutes des caractéristiques spectrales nécessaires aux analyses.

La figure ci-contre schématise la conception du système utilisé.

On peut légitimement espérer que les systèmes de classification soient suffisamment intelligents pour détecter de nouvelles classes et de nouveaux critères à ajouter au schéma existant au fur et à mesure qu'ils sont alimentés avec de nouvelles informations. En fin de course, il sera possible de construire une procédure pouvant traiter tous les types de données (continues comme les flux, binaires comme les présences ou absences de raies, qualitatives telles que des estimations de bruit, etc.) de différentes régions spectrales et même des informations non-spectrales dans le but d'élaborer le schéma de classification d'objets le plus général possible.

Les techniques d'IA pour le télescope spatial Hubble (HST) ont été conçues au *Space Telescope Science Institute* à Baltimore (USA - Maryland) et au *Space Telescope - European Coordinating Facility* à Garching-bei-München (RFA).

Elles sont utilisables aux différentes fins évoquées à la section précédente. La multiplicité des instruments embarqués sur le satellite et la complexité des contraintes rendent leur assistance particulièrement précieuse pour la préparation et l'évaluation technique (la faisabilité) des propositions d'observation, de même que, *last but not least*, pour la planification et l'optimisation des observations approuvées.

L'avalanche de données observationnelles attendues (plusieurs terabytes sur une première durée de vie espérée de quinze ans) rend impérative la préparation de méthodes adéquates pour l'exploitation efficace de la base de données résultante, non seulement au niveau de l'extraction des données elles-mêmes, mais aussi en vue de traitements scientifiques applicables à de grandes quantités d'éléments variés d'informations.

Conclusion

La première constatation sera naturellement que les techniques d'IA constituent une progression logique dans l'utilisation de méthodologies toujours plus sophistiquées. Les spécialistes prévoient d'ailleurs un accroissement significatif de systèmes experts disponibles sur le marché pour la décennie 90.

En second, on peut également prévoir que, si ces techniques ont pénétré quelque peu lentement le domaine de l'astronomie et des activités spatiales, elles y trouveront néanmoins un large spectre d'applications qui augmenteront et se diversifieront encore dans le futur.

Il est certain *par ailleurs* que l'expérience gagnée dans les milieux astronomiques, notamment au niveau de la programmation du HST, sera directement applicable à d'autres instruments ou groupes d'instruments comme, par exemple, le Very Large Telescope (VLT) actuellement développé par l'ESO. La communauté des observateurs et des utilisateurs des banques de données correspondantes ne pourra qu'en bénéficier.

BIBLIOGRAPHIE

ESTEC 1988, *Artificial Intelligence Applications for Space Projects* (Nov. 15- 17, 1988 meeting)

Heck, A. 1987, UV stellar spectral classification, in *Scientific Accomplishments of the IUE*, eds. Y. Kondo *et al.*, D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, 121-137

Heck, A. (ed.) 1989, *Artificial Intelligence Techniques for Astronomy*, Obs. Astron. Strasbourg, viii + 80 p.

Heck, A. & Murtagh, F. (eds.) 1989, *Knowledge-Based Systems in Astronomy*, Springer-Verlag, Heidelberg, iv + 280 p.

Rampazzo, R., Murtagh, F. & Heck, A. 1988, Classification of IUE spectra: a rule-based approach, *ESA Journal* 12, 385-394.

ANDRÉ HECK Observatoire Astronomique 11, rue de l'Université F - 67000 Strasbourg

