Explicitation de connaissances de joueurs de Go

Bruno Bouzy

LAFORIA-IBP
Université Paris VI - Tour 46 2ème étage
4, place Jussieu 75252 PARIS
e-mail : bouzy@laforia.ibp.fr

Résumé:

En voulant écrire un programme qui joue au Go à partir de la théorie du jeu de Go explicitement contenue dans les livres ou dans les commentaires de parties, nous nous sommes aperçus qu'il manquait quelque chose à la machine que l'être humain possedait. Nous avons fait l'hypothèse que ce quelque chose était essentiellement inconscient et nous avons entrepris de l'expliciter. Une partie des connaissances inconscientes ont été explicitées par des expériences sur des joueurs débutants. Une autre partie, très hermétique, a été simulée par des outils de morphologie mathématique. Nous présentons un modèle qui permet de reconnaître les groupes au jeu de Go comme le font les joueurs débutants.

Abstract:

Go books and Go comments constitute a Go explicit theory, well-interpreted by human Go players, from which it is hard to write a Go playing program. We did the hypothesis that the machine missed "something" corresponding to essentially subconscious knowledge of human being. We tried to explicit this subconscious knowledge using the big difference of performance between the man and the machine. Piece of subconscious knowledge was explicited with experiments on beginners. An other piece, very deep, was simulated with mathematical morphology tools. We show a model which matches clusters in the game of Go as a beginner does.

INTRODUCTION

Une position au jeu de Go[2] paraît compliquée pour un novice

Le diagramme 1 montre une position au jeu de Go:

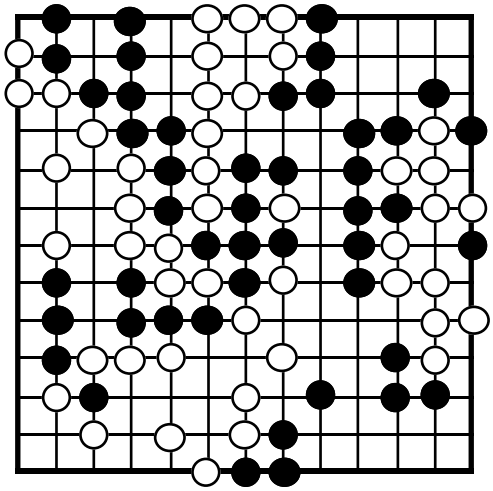


diagramme 1

La position paraît compliquée pour quelqu'un qui ne connaît pas le jeu de Go. Les pierres[3] paraissent être placées de manière désordonnée. Pour un joueur de Go qui connaît quelques rudiments sur le jeu, la position paraît plus claire car il regroupe les intersections[4] en "groupes".

Le "groupe" est le concept fondamental du jeu de Go.

Les joueurs de Go utilisent la notion de "groupe" pour comprendre une position

Le diagramme 2 donne une description visuelle de la même position avec les "groupes" que les joueurs de Go reconnaissent:

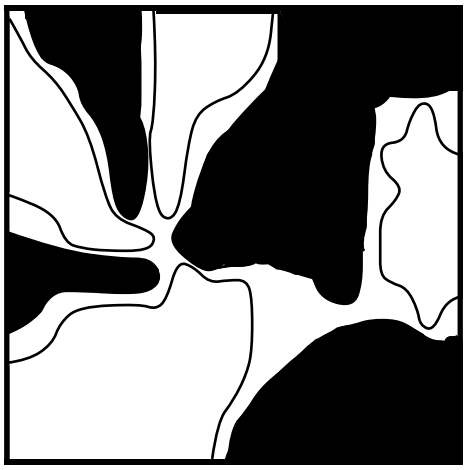


diagramme 2

[2]Le jeu de Go est un jeu chinois très ancien. Il est très populaire en Chine, au Japon et en Corée où il existe des joueurs professionnels. Une description du jeu de Go se trouve dans l'annexe A.

[3]Les pierres sont les pions que les joueurs posent sur le damier.

[4]Les lignes et les colonnes du damier se coupent suivant les intersections où sont posées les pierres.

Le but de cet article est de montrer le modèle cognitif du joueur de Go qui décrit une position du type de celle du diagramme 1 et aussi de montrer comment nous avons élaboré ce modèle.

Dans un premier temps, nous allons présenter les méthodes que nous avons utilisées pour modéliser les connaissances de bas niveau du joueur de Go humain. Ensuite, nous présenterons le modèle lui-même et ses résultats. Enfin, nous montrerons pourquoi le jeu de Go est un support intéressant pour les sciences cognitives. Nous présentons le jeu de Go en annexe.

MÉTHODES DE MODÉLISATION COGNITIVE DANS LE CAS DU JEU DE GO

Notations

Pour simplifier, nous allons employer une notation à base de dessins car les dessins expriment souvent simplement une idée difficilement formulable avec des mots.

Nous sommes conscients que la simplification induite par ces dessins est abusive, mais elle permet de faire passer grossièrement le message que nous voulons exprimer.

Dans la suite, nous utilisons donc des dessins avec les notations suivantes:

Pour exprimer une connaissance ou un concept associé à l'homme, nous utilisons des formes arrondies:

figure 1

Pour exprimer une connaissance[5] ou un concept associé à la machine, nous utilisons des formes carrées:

figure 2

Pour exprimer un ensemble de connaissances conscientes de l'homme, nous utilisons le blanc:

figure 3

Pour exprimer un ensemble de connaissances plus ou moins conscientes de l'homme, nous utilisons le grisé clair:

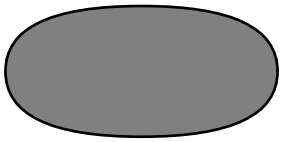


figure 4

Pour exprimer un ensemble de connaissances inconscientes de l'homme, nous utilisons le grisé foncé:

figure 5

Pour exprimer un ensemble de connaissances de la machine, nous utilisons des rectangles blancs:

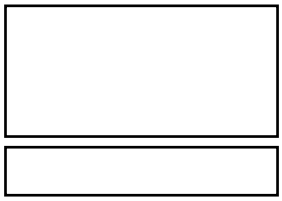


figure 6

[5]Pour simplifier encore les comparaisons entre l'homme et la machine, nous utilisons un langage anthropomorphique bien pratique. Cependant, nous ne pensons pas que les machines ont des connaissances au même titre que l'homme.

Une première approche de la modélisation des connaissances au jeu de Go

Au départ de notre recherche, nous voulions écrire un programme qui joue une partie de Go du début à la fin comme le font les joueurs humains. Le problème de la programmation du jeu de Go est complexe. Goliath [Boon91], le meilleur programme de Go actuel, n'a que le niveau d'un débutant en club : 10ème kyu[6]. C'est un défi pour l'intelligence artificielle que d'écrire un programme de Go ayant le niveau des meilleurs joueurs humains comme c'est le cas aux Echecs. La difficulté peut s'expliquer par l'explosion combinatoire d'une approche "force brute" utilisée aux Echecs : Le nombre de coups légaux à chaque position est de 100 a 300 pour le Go et de 30 à 40 pour les Echecs. Le nombre moyen de coups d'une partie est de 250 à 300 coups pour le Go et 100 coups environ pour les Echecs.

L'approche brutale ne pouvant réussir, les concepteurs des programmes de Go actuels doivent impérativement s'inspirer de la manière de jouer des joueurs humains.

La littérature sur le jeu de Go abonde et l'on peut dire qu'il existe une théorie du jeu de Go contenue dans les livres. De plus, les joueurs commentent leurs coups après les parties jouées. Il existe aussi une théorie orale du jeu de Go. La théorie écrite et orale est compréhensible et utilisable par les joueurs humains puisque de nouveaux joueurs de Go s'initient et progressent en jouant, en écoutant les commentaires de leurs parties et en lisant des livres de Go.

Au départ, nous avions donc un ensemble de connaissances sur le jeu de Go:

figure 7

La première approche de notre travail a été de formaliser les idées que nous avions et celles qui sont écrites dans les livres. Nous avons implémenté ces idées sur une machine:

figure 8

Nous nous sommes rendu compte que les résultats étaient très mauvais:

figure 9

Pourquoi la machine, dans laquelle nous avons l'impression d'avoir mis les connaissances de joueurs de Go, n'a-t-elle pas les mêmes résultats que l'homme ?
Nous envisageons trois réponses :

1) Les étapes de recueil d'expertise, de formalisation des connaissances et d'implémentation sur machine posent des problèmes pratiques

Nous nous sommes demandés si ceci était la cause du mauvais résultat. Nous pensons que non. En effet, nous n'avons pas abouti à ce résultat rapidement. Il a fallu deux années complètes de travail pour y arriver.

[6]Le niveau des joueurs de Go se mesure avec le système des "kyus" et des "dans" comme au judo. Un kyu ou un dan d'écart correspond à un coup d'avance au départ de la partie.

2) L'explication et l'action sont deux choses distinctes

Les commentaires de parties sont explicatifs. Ils sont formulés après coup. Nous pensons que le mécanisme explicatif est différent du mécanisme générateur des actions du joueurs de Go (le choix des coups du joueur).

Si un joueur de Go dit : "J'ai joué ici parce que ce groupe était encerclé et que je voulais le faire vivre". Cela ne signifie pas nécessairement qu'il existe dans son cerveau une connaissance du type: "Si un groupe est encerclé alors le faire vivre".

Nous pensons que le mécanisme moteur générant l'action est autre. Nous pensons, en plus, que ce mécanisme moteur nous est est caché, qu'il est inconscient.

3) L'homme possède des structures inconscientes que la machine n'a pas:

Nous pensons qu'en plus de ses connaissances conscientes schématisées sur la figure 7, l'homme, fruit de millions d'années d'évolution du monde, possède des connaissances inconscientes que la machine n'a pas. Nous pensons aussi que le joueur de Go possède des connaissances du Go qui lui sont cachées et inconscientes car acquises et utilisées depuis longtemps. Elles sont devenues des automatismes. Nous pensons que ceci est la cause principale du mauvais résultat de la figure 9 que nous préférons alors remplacer par la figure 10:

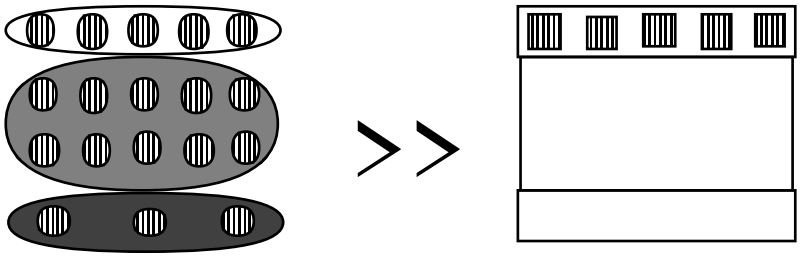


figure 10

Une deuxième approche de modélisation

Le principe de la deuxième approche est alors d'expliciter des connaissances inconscientes du joueur de Go humain. Nous faisons des hypothèses simplificatrices sans lesquelles nous ne pourrions pas travailler.

1) Les connaissances utilisées par le joueur de Go se répartissent en 3 étages:

Des connaissances de Go de haut niveau, conscientes.

Des connaissances de Go de niveaux intermédiaires, acquises par la pratique du jeu de Go, inconscientes mais conscientisables[7].

Des connaissances visuelles de bas niveau, inconscientes et indépendantes du Go non conscientisables.

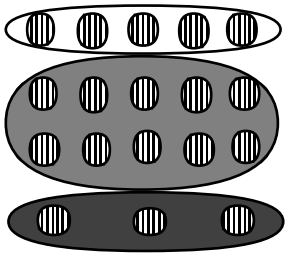


figure 11

2) Les connaissances du Go se décomposent en plusieurs niveaux d'abstraction :

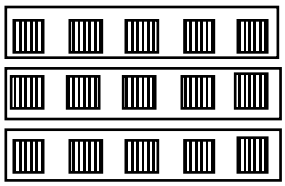


figure 12

Au niveau 0, il existe des concepts élémentaires.
Au niveau 1, il existe des concepts élaborés avec le niveau 0.
Au niveau n, il existe des concepts élaborés avec le niveau n-1.

[7]Nous appelons une connaissance conscientisable, une connaissance inconsciente que le sujet peut rendre consciente en travaillant.

3) Les connaissances du Go d'un niveau sont reliées par des relations de voisinage. Pour élaborer une connaissance du niveau n+1, nous utilisons la connaissance homonyme de niveau et ses connaissances "voisines"

Un concept Y(n+1) du niveau n+1 est un affinage d'un concept Y(n), (il porte le même nom) avec les concepts "voisins" de X(n), Z(n).

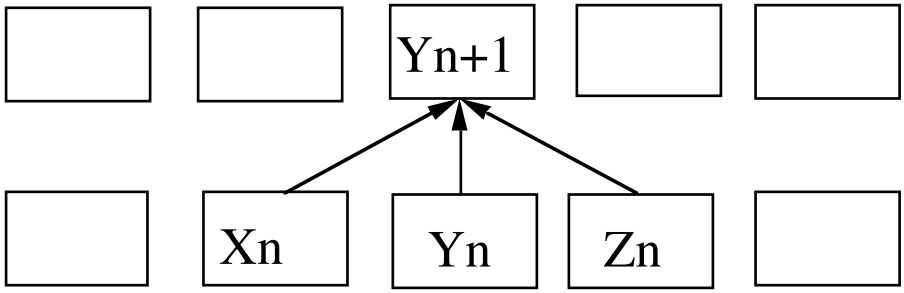


figure 13

Les concepts situés sur une même verticale portent le même nom dans le jargon du Go. Notre travail nous a permis de détecter qu'un seul et même mot pouvait représenter différentes abstractions d'un même concept.

Méthode de travail pour expliciter des connaissances de Go conscientisables

Nous nous servons d'expériences sur des joueurs débutants et sur des joueurs confirmés.

1) Observation de joueurs débutants

Les débutants sont dans la position suivante:

figure 14

Ils ne disposent pas de connaissances sur le jeu de Go mais de connaissances inconscientes sur le monde réel. Le fait de jouer en expliquant à haute voix leur analyse va permettre de suivre l'apprentissage des débutants:

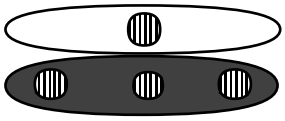


figure 15

Les joueurs débutants acquièrent très vite des automatismes sur le jeu de Go:

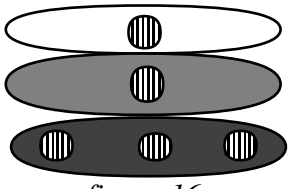


figure 16

L'apprentissage est rapide. Les débutants deviennent vite des non-débutants. Les concepts rendus apparents par les expériences deviennent des concepts de niveau de plus en plus élevé.

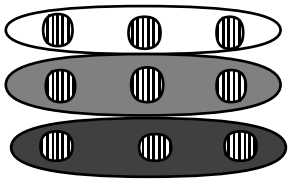


figure 17

Les expériences sur les débutants offrent l'avantage d'expliciter des connaissances de niveau suffisamment bas. Le rectangle blanc du modèle se remplit par le bas:

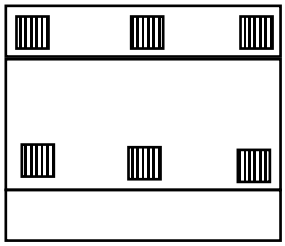


figure 18

Les débutants sont très intéressants à étudier car ils permettent d'expliciter des connaissances de bas niveau au fur et mesure qu'ils vont acquérir leurs premières connaissances. Par contre, la durée de vie du débutant est courte. Les débutants sont précieux mais éphémères.

Nous précisons que les expériences à haute voix ne nous permettent que de recueillir des corpus correspondant uniquement aux ronds blancs. Les expériences à haute voix permettent d'obtenir des concepts explicites mais posent beaucoup de problèmes [Ericsson-Simon]. La pensée à voix haute perturbe la pensée elle-même. Les mots peuvent être employés par les sujets avec des sens différents de ceux que nous donnons aux concepts du modèle. Les connaissances qui ne peuvent s'exprimer en mots ne sont pas explicitées par cette méthode.

2) Observation de joueurs confirmés

Les joueurs confirmés ont l'avantage de disposer de beaucoup de connaissances sur le jeu de Go Par contre, ils ont déjà rendu inconscientes la plupart de ces connaissances:

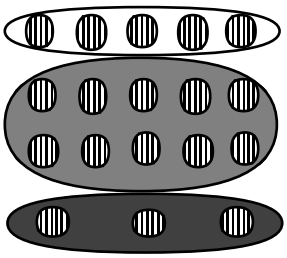


figure 19

Les expériences sur les joueurs confirmés sont aussi faites à haute voix. Elles permettent de lever le voile sur des connaissances du niveau juste inférieur:

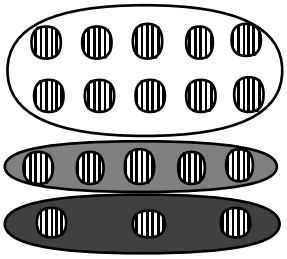


figure 20

Ces expériences permettent de remplir le rectangle blanc du modèle par le haut:

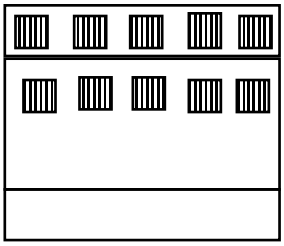


figure 21

Ces expériences sont difficiles pour les sujets qui doivent faire un effort pour expliquer plus qu'ils ne le voudraient. D'autre part, après des expériences répétées, les sujets jouent moins bien au Go car ils ont perdu une partie de leurs automatismes.

Méthode de travail pour obtenir un équivalent de connaissances visuelles

Les connaissances visuelles que nous voulions simuler, c'est-à-dire obtenir des résultats le plus ressemblants (ou plus justement le moins dissemblants) à ceux qu'obtient l'appareil visuel humain, nous sont inaccessibles car inconscientes.

Notre démarche a été de procéder par tâtonnements successifs.

1) Par approximations successives, l'informatique, outil d'aide à la modélisation cognitive

Nous mettons des connaissances visuelles dans le rectangle blanc, puis nous jugeons les résultats externes et nous les comparons avec les résultats humains.

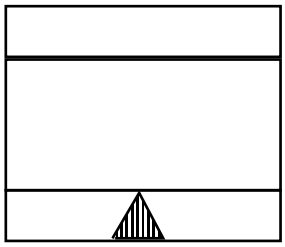


figure 22

Si le résultat du modèle est mauvais, nous changeons ce qu'il y a dans le rectangle du bas :

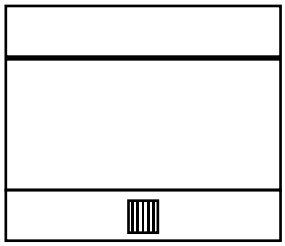


figure 23

Si les résultats sont jugés corrects, nous conservons ce que nous avons mis dans le rectangle du bas jusqu'à preuve de son invalidité.

Les résultats ont été jugés corrects quand la machine supportant le modèle cognitif et les débutants humains donnait un résultat semblable du type du diagramme 2 pour une position de Go du type du diagramme 1 de la page 2.

2) Comment tâtonner ou l'apport de disciplines voisines.

La méthode de travail basée sur la validation informatique du modèle que nous construisons peut paraître hasardeuse puisque nous n'avons pas de base de départ. Les connaissances visuelles ne sont pas accessibles. Nous avons donc regardé quelles étaient les techniques et l'état de l'art dans le domaine de la vision. Nous nous sommes inspirés des travaux de David Marr [Marr82] et de la morphologie mathématique [Schmitt89].

LES RÉSULTATS

Nous avons d'une part explicité des concepts conscientisables et d'autre part obtenu un équivalent de connaissances visuelles de bas niveau. Ceci a permis à notre modèle cognitif de donner des appréciations semblables à celles des joueurs humains concernant la reconnaissance de groupes de pierres sur un goban comme le montre les diagrammes 1 et 2 de la page 2.

L'équivalent de connaissances visuelles

Au départ, nous nous sommes inspirés d'un modèle de potentiel visuel utilisé dans les programmes de Go [Zobrist69]. Ce modèle est en fait de la morphologie mathématique [Schmitt89] puisque basé uniquement sur l'opérateur de dilatation, avec pour élément structurant, une intersection et ses quatre voisines. Nous avons alors essayé d'autres opérateurs offerts par la morphologie mathématique. Nous avons obtenus des résultats qui nous satisfaisaient amplement.
Nous pensons que le niveau conceptuel obtenu avec cette représentation correspond à un équivalent du "primal sketch" du modèle computationnel de la vision [Marr 82].

La description morphologique du goban

Pour un goban du type de celui du diagramme 1 de la page 1, notre modèle utilise différents opérateurs de morphologie mathématique :

dilatation D

Soit un ensemble X d'intersections, D(X) est l'ensemble des intersections qui appartiennent à X ou bien sont voisines d'une intersection de X.

érosion E

Soit un ensemble X d'intersections, E(X) est l'ensemble des intersections de X qui ne sont pas voisines d'une intersection qui n'appartient pas à X.

fermeture F = ED

F(X) = E(D(X))
On applique cet opérateur à des ensembles X constitués d'intersections occupées par des pierres de la même couleur. Les composantes connexes de F(X) sont les "morpho-groupes".

exemples :

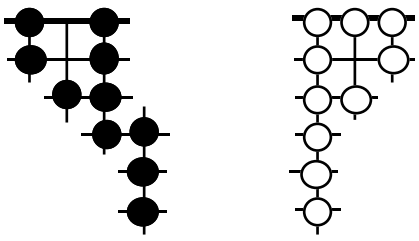


figure 24

espace vital B

B(X) = F(X) - X est l'ensemble des intersections vides voisines de X qui constitue l'espace vital du groupe. Les composantes connexes de B(X) sont les "morpho-territoires" dominés par X.

exemples :

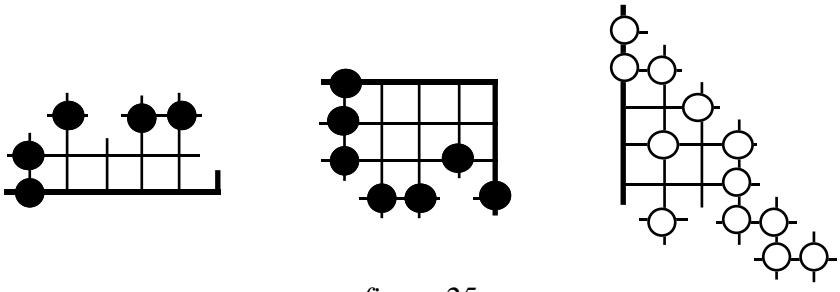


figure 25

Sur la figure 25, nous avons laissé les pierres frontières des espaces vitaux afin que le lecteur puisse plus facilement faire la correspondance entre le diagramme 1 et la figure 25. Cependant, nous précisons que ces frontières n'appartiennent pas à ces espaces vitaux.

espace vide

Si G est l'ensemble des intersections, l'ensemble des intersections n'appartenant à aucun "morpho-groupe" s'appelle l'ensemble "morpho-vierge".
Les composantes connexes de l'ensemble "morpho-vierge" sont les "morpho-vides"

ouverture O = DE

F(X) = D(E(X))
On applique cet opérateur à des ensembles X qui sont soit des "morpho-groupes", soit des "morpho-vides". Cet opérateur fait disparaître les ensembles de petites tailles.

exemples :

Sur les deux diagrammes de la figure 26, les deux groupes d'une seule pierre sont éliminés pour faire partie de groupe plus gros:

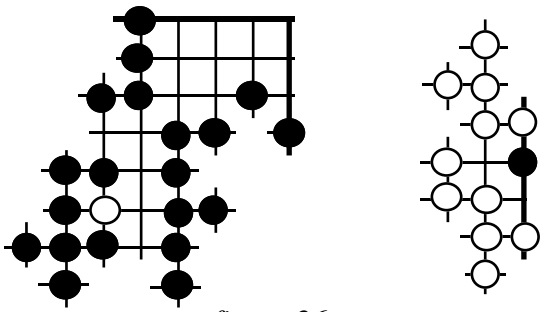


figure 26

Une combinaison de ces opérateurs (qu'il serait trop lourd de détailler complètement ici) permet d'obtenir une description "morphologique" du goban.

Nous pensons qu'un joueur de Go, débutant y compris, percoit cette description de façon inconsciente par son appareil visuel.

Des connaissances de niveau intermédiaire

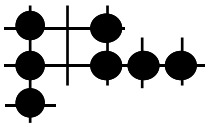
Des formes:

La description des groupes du goban par les joueurs de Go débutants est plus fine que la description morphologique. Elle est affinée avec quelques “formes” spécifiques du jeu de Go.

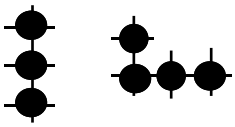
Ces formes permettent de fusionner deux groupes voisins.

fusion

Le groupe:



est construit par la fusion des deux :



par l’intermédiaire du pont :

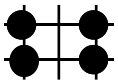


figure 27

En effet, il est impossible de déconnecter les deux chaînes de pierres car si l’adversaire joue sur une intersection, on peut jouer sur l’autre.

Pour obtenir cette description nous nous sommes inspirés de travaux existants ayant pour but de mixer des connaissances visuelles avec des connaissances d’un domaine particulier [Saund92].

Notre modèle comporte actuellement une centaines de formes de connexion.

Des chaînes capturées:

Le débutant sait rapidement calculer des séquences particulières sur le goban. Quand une chaîne n’a qu’une ou deux libertés, il peut “lire” ce qui va se passer. Par exemple, si Noir joue 1 sur la figure 28, Blanc pourra capturer définitivement la chaîne noire par la séquence suivante:

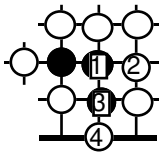
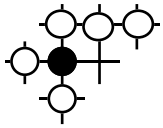
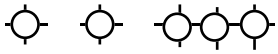


figure 28

Ainsi, le groupe :



est construit par la fusion des chaînes :



autour de la chaîne capturée :

figure 29

La figure 30 résume comment des différents concepts utilisés par des débutants se placent les uns par rapport aux autres suivant le modèle de la figure 13 :

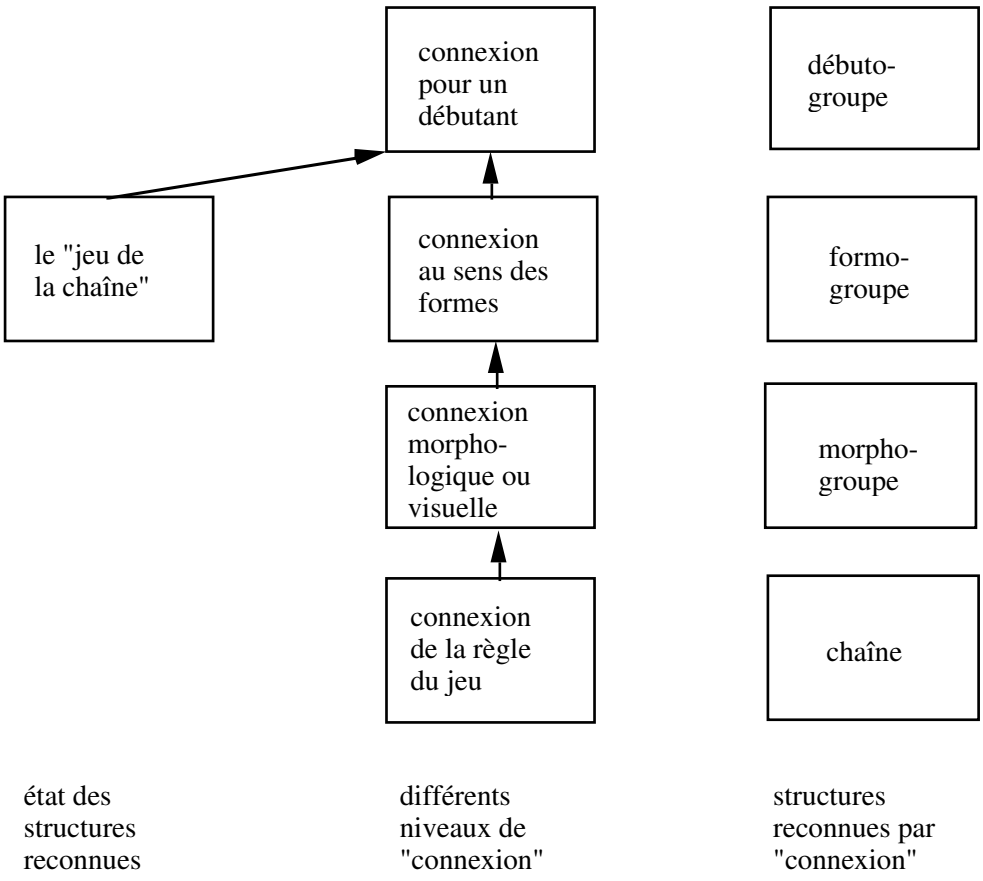


figure 30

Conclusion

En voulant écrire un programme qui joue au Go à partir de la théorie du jeu de Go contenue dans les livres ou dans les commentaires de parties, nous nous sommes aperçus qu'il manquait quelque chose à la machine que l'être humain possède. Nous avons fait l'hypothèse que ce quelque chose était essentiellement inconscient et nous avons entrepris de l'expliciter. Nous avons coupé le quelque chose en deux: une partie des connaissances inconscientes peuvent être rendue consciente par des expériences sur des joueurs débutants; une autre partie, très hermétique, a été simulée par des outils de morphologie mathématique.

Nous avons présenté une hiérarchie de concepts qui modélise la façon dont un joueur de Go reconnaît les groupes au jeu de Go. Notre travail nous conforte dans l'hypothèse de départ selon laquelle les capacités intelligentes de l'homme sont plus liées à son inconscient qu'à sa conscience. Etudier des domaines qui simplifient le monde réel tout en en gardant le maximum de caractéristiques est intéressant pour explorer l'inconscient du système cognitif humain.

OUVERTURE DU PROBLEME TRAITE AUX AUTRES DISCIPLINES

interêt du travail pour les sciences cognitives

Nous pensons que l'étude du système cognitif de l'homme passe par l'hypothèse de l'interaction avec le monde :

Le système cognitif humain s'est développé parce que l'homme vivait dans un monde qu'il lui a fallu connaître. On ne peut donc étudier le cerveau humain sans envisager l'interaction entre le monde et l'homme. Les expériences pour explorer le fonctionnement du système cognitif humain sont rendues à chaque fois difficiles par la complexité du monde où se déroule les expériences. Trouver des micro-mondes qui simplifient le monde réel en gardant le plus possible de ses caractéristiques est fondamental pour mener à bien des expériences significatives.

Le jeu de Go est une simplification du monde réel [Langston88] et il en garde de nombreuses caractéristiques. Il est fini alors que le monde réel ne l'est pas. Il possède 2 dimensions spatiales contre 3 au monde réel. Il a une dimension temporelle (la durée de la partie). Il est discret (19 lignes et 19 colonnes) alors que le monde réel nous apparaît continu. Chaque point de l'espace a une caractéristique simple : soit blanc soit noir soit vide, contrairement au monde réel où chaque point nous apparaît avec un grand nombre de caractéristiques (couleur, odeur, bruit, ...) . Chaque point du goban à un voisinage fini de quatre points. Le monde réel est perçu à différentes échelles alors que le goban possède essentiellement deux échelles : l'une dite "locale" et l'autre "globale" comme l'utilisent les joueurs de Go.

L'homme, produit de millions d'années d'évolution, utilise ses connaissances inconscientes pour jouer au Go. C'est pourquoi il est intéressant de faire des expériences sur les joueurs de Go pour tenter d'expliciter ces connaissances.

Des expériences sur des joueurs de Go ont été faites [Reitman76] pour retrouver les résultats obtenus sur le jeu d'Echecs [Chase-Simon73]. Les joueurs débutants ou confirmés ont les mêmes difficultés à reproduire des positions ne ressemblant pas à celles habituellement rencontrées au cours des parties. Mais ils ont des performances très différentes pour reproduire des positions de parties réelles car le joueur confirmé utilise ses connaissances sous forme de "chunk". De nombreuses expériences ont été faites sur les joueurs d'Echecs [DeGroot] pour modéliser leurs processus de pensée.

La perception visuelle

Le Go est un jeu essentiellement visuel. L'oeil d'un joueur de Go se balade sans cesse sur le goban en quête d'informations. Du premier coup d'oeil, un joueur perçoit des formes de pierres, des surfaces, des territoires, des frontières, des zones d'influence, des "bonnes et des mauvaises formes", des équilibres de pierres, l'harmonie globale du jeu, des zones "patatoïdes" etc... Ce travail quasiment inconscient permet au joueur de Go de faire des regroupements d'intersections en classes d'équivalence et donc de réduire le nombre de coups envisagés.

La rapidité de perception de tous ces concepts est sans doute l'atout principal du joueur de Go humain par rapport à la machine. De nombreux algorithmes ont été proposés pour essayer de calculer les zones d'influence et les territoires potentiels induits par des configurations de pierres, mais il faut reconnaître que jusqu'à présent les résultats sont bien en dessous de ce que l'humain un peu exercé perçoit du premier coup d'oeil.

Le langage naturel

"Go" en chinois se dit "Wei-chi", ce qui signifie "dialogue manuel".

Il est effectivement tentant de comparer une partie de Go à un dialogue où les deux joueurs s'expriment dans un langage dont le support serait le goban. Les atomes ou lettres seraient les pierres. Les syllabes seraient les chaînes de pierres. Les mots seraient les formes, les groupes de pierres ou les zones d'influence des pierres. Les phrases seraient les situations locales du goban et le texte serait la globalité du goban.

La syntaxe de ce langage, si elle existait permettrait de connaître la nature des groupes de pierres et des zones d'influence, en fonction de leur voisinage dans des cas les plus simples.

La sémantique du langage est connue grâce au raisonnement fait sur les concepts abstraits perçus par le joueur. Souvent, la syntaxe seule du langage du Go ne permet pas de conclure quant à l'état d'une situation. Par contre, l'état d'une situation locale ou la sémantique d'un coup ne peuvent être connus que grâce au contexte global. Il existe un aller et retour incessant entre les situations locales et globales. On ne peut pas comprendre l'une sans l'autre. Ce type de difficultés ressemble à ceux rencontrés dans le domaine des langues naturelles.

REFERENCES

[Boon91] - M. Boon - Overzicht van de ontwikkeling van een Go spelend programma - Afstudeer scriptie informatica onder begeleiding van prof. J. Bergstra - 1991

[Langston88] - Roy Langston - Perception in go as a problem AI - Computer Go 6, spring 88

[Zobrist69] - A. Zobrist, A model of visual organization for the game of go, Proceedings AFIPS 34 103-112, 1969

[Mandelbrot82] B. Mandelbrot - The fractal geometry of Nature - San Fransico, Freeman, 1982

[Schmitt 89] - M. Schmitt - Des algorithmes morphologiques à l'intelligence artificielle - Thèse, Ecole des Mines de Paris, fev. 1989

[Marr 82] D. Marr, Vision, San Fransisco, Freeman & co, 1982

[Saund92] E. Saund - Putting knowledge into a visual shape representation - Artificial Intelligence, 54, 71-119, 1992

[Ericsson-Simon] K.A. Ericsson H.A. Simon - Protocols analysis, verbal reports as data - MIT Press

[DeGroot] A. D. De Groot - Psychological studies - tome 4 - Thought and choice in chess - Mouton the hague Paris

[Chase-Simon73] Chase W. Simon H. - Perception in chess - Cognitive Psycholog. - 4, 55-81 - 1973

[Reitman76] - Reitman J.S. - Skilled perception in go: deducing memory structures from inter-response times; Cognit. Psychol. 8, 3, 1976

ANNEXE A

aperçu des règles du jeu de Go

Nous allons donner un aperçu des règles du jeu de Go au travers d'une partie.

Une partie se joue sur un damier appelé goban constitué de 19 lignes et 19 colonnes qui se coupent suivant 361 intersections.

Ici, pour simplifier la tâche du lecteur nous donnons un exemple de partie jouée sur 9-9.

Au début de la partie le goban est vide:

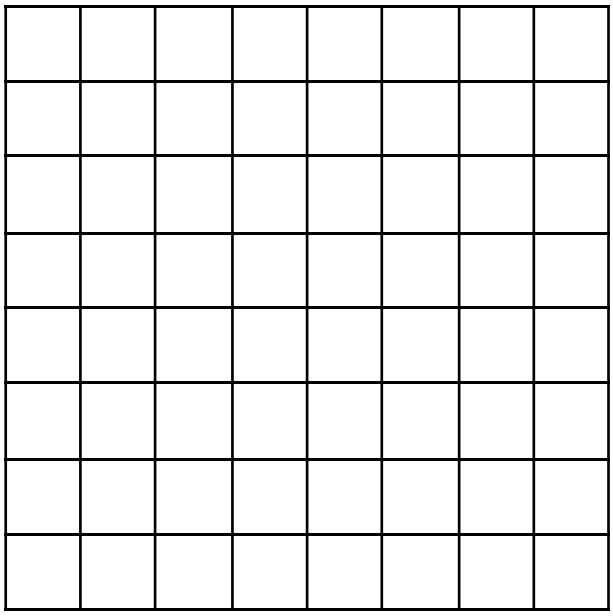


figure 0

Noir commence:

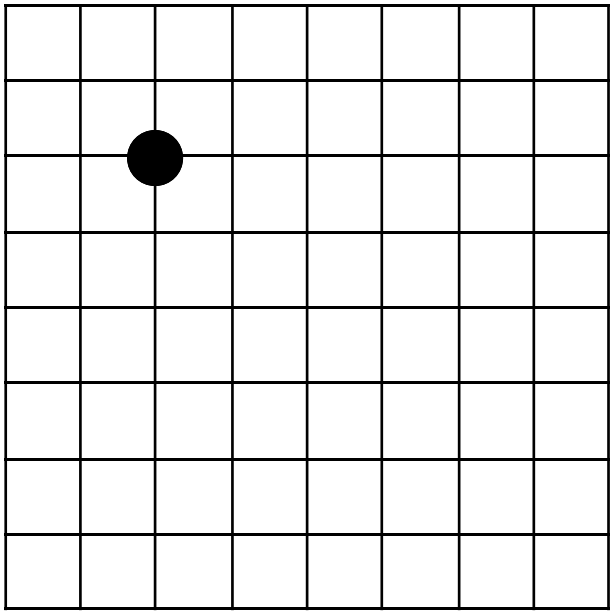


figure 1

La pierre posée sur le goban est voisine de 4 intersections vides: elle a 4 libertés qui lui permettent de respirer.

On ne peut pas jouer de coup sur une intersection où l'on n'a pas de liberté.

Noir et Blanc posent à tour de rôle des pierres sur le goban.

La partie peut se poursuivre ainsi:

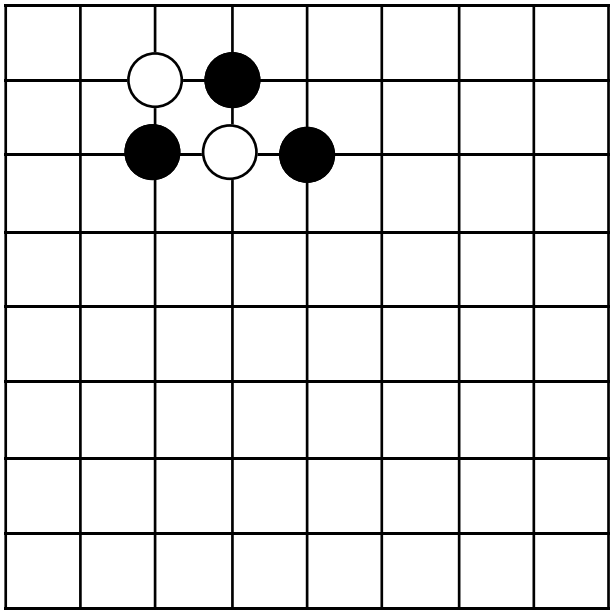


figure 2

Ici, Noir a fait atari à une pierre blanche. Cela signifie que la pierre blanche ne possède plus qu'une seule liberté. Deux cas sont possibles.

Blanc peut défendre ses propres pierres:

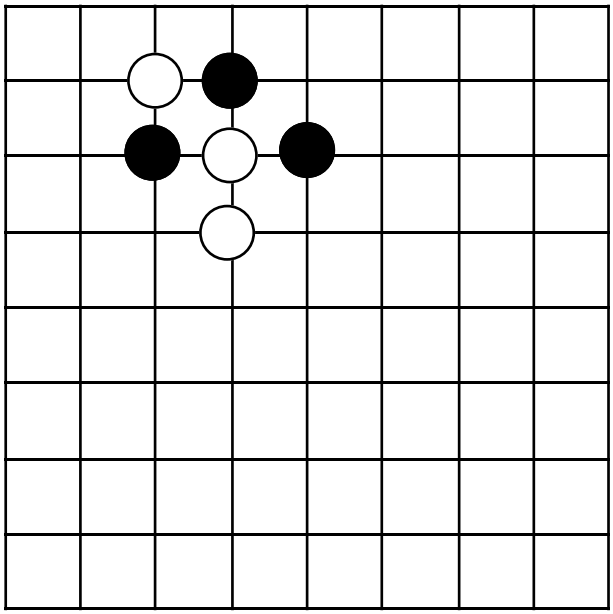


figure 2a

Ici, Blanc a constitué une chaîne de 2 pierres. Le sort des 2 pierres est désormais lié à celui de la chaîne, elle mettent en commun leur libertés. Ici, la chaîne blanche a 3 libertés.

On peut attaquer les pierres adverses en les capturant, c'est-à-dire en supprimant la dernière liberté d'une chaîne de pierres. Par exemple, si Blanc avait joué ailleurs, Noir aurait pu capturer la pierre blanche:

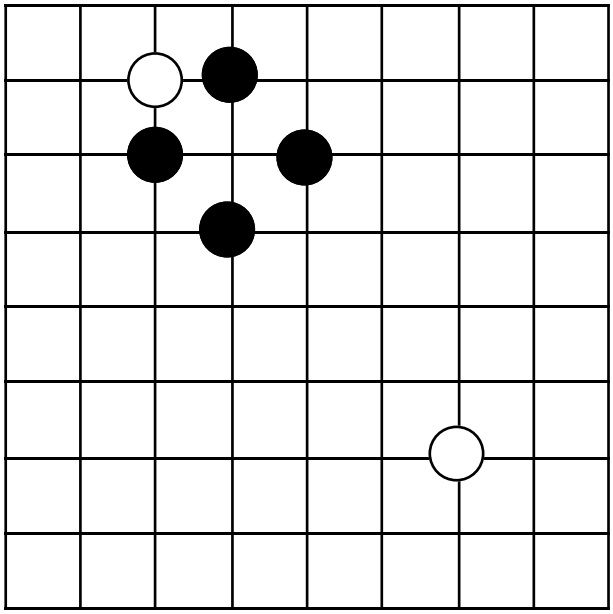


figure 2b

Les pierres capturées sont enlevées du goban.

La partie se poursuit, le goban se remplit de pierres:

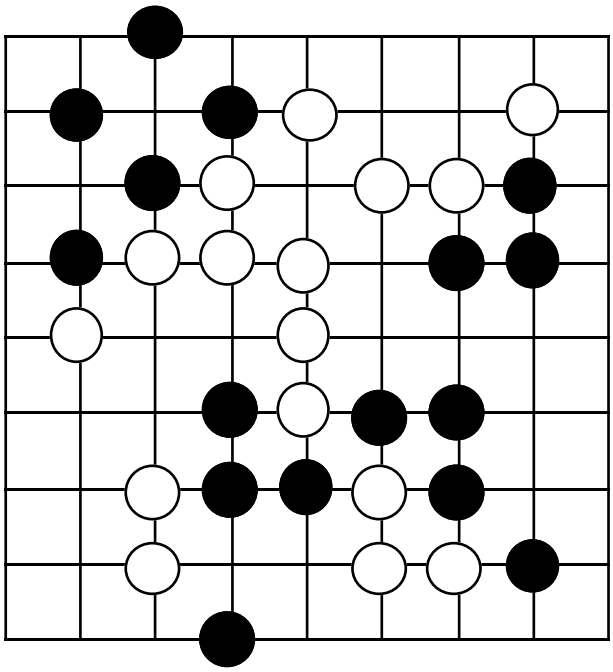


figure 3

La partie se termine quand Noir et Blanc sont d'accord sur l'appartenance de chaque intersection à l'un ou l'autre des deux joueurs.

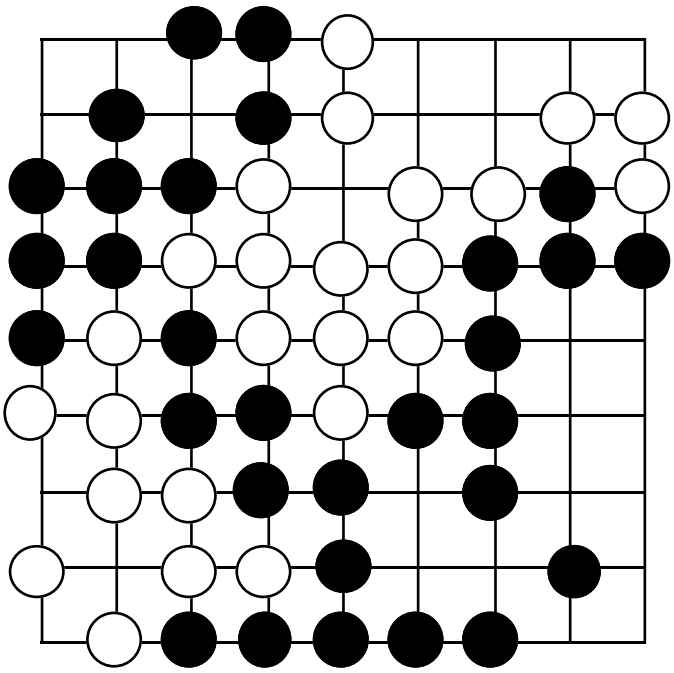


figure 4

Ici Noir et Blanc sont d'accord sur l'appartenance de chaque intersection.
Les carrés désignent les intersections controlées par un joueur bien que celui n'ait pas posé de pierres dessus. Les joueurs de Go appellent ces intersections du territoire.

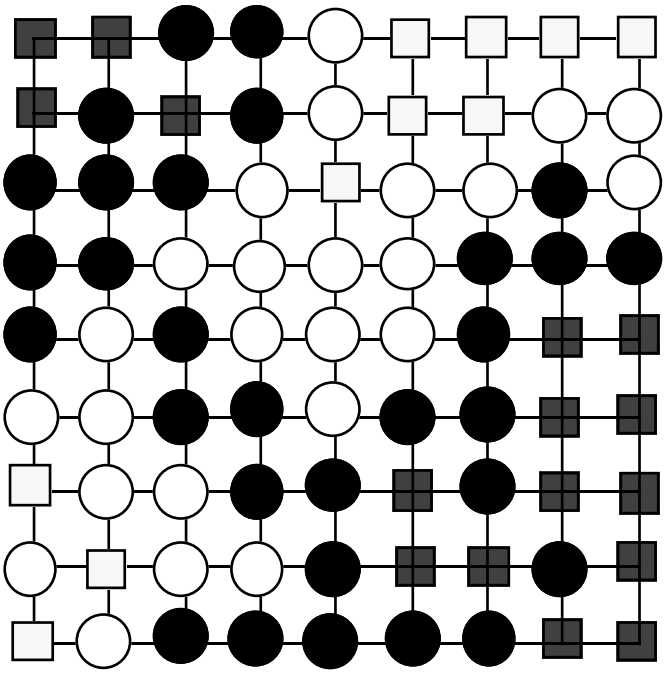


figure 5

Celui qui contrôle plus d'intersections que l'autre a gagné.
Ici, Noir contrôle 46 intersections et Blanc contrôle 35 intersections. Noir gagne de 11 points.

ERROR: undefined
OFFENDING COMMAND: ÿ

STACK: