

Club MATH

Centre informatique
pédagogique (CIP)
Case Postale 172
1211 GENEVE 3
Tél. (022) 318.05.30
Responsable:
Raymond Morel

Lettre n° 20

*Il se pourrait que le
cerveau utilise un
processus de codage
extrêmement efficace*



*Le codage d'une image
à l'aide d'un ensemble
de transformations af-
fines permet d'atteindre
des taux de compres-
sion très élevés*

Lundi 1^{er} mars 1993 à 16 h 30.

Piper pour mieux décoder

Bernard Vuilleumier

Certaines images peuvent être codées à l'aide de transformations affines du plan (voir lettre du Club STELLA n° 19). Cette nouvelle technique pourrait bien révolutionner certaines conceptions relatives à la *perception visuelle* et à la *compression d'images*.

Il existe des théories qui comparent les fonctions visuelles du cerveau humain au fonctionnement d'un programme sur ordinateur. On trouve même des modèles qui essaient d'expliquer comment le cerveau parvient à distinguer un triangle équilatéral d'un triangle quelconque. Si on adopte cette approche, on doit admettre que le cerveau possède une puissance de calcul énorme car un humain est capable de distinguer des objets aussi complexes qu'un chêne ou un hêtre en une fraction de seconde. Mais il se pourrait que l'allure générale de chaque type de forme soit codée d'une manière extrêmement compacte pour le cerveau. Le codage d'une image à l'aide d'un ensemble de transformations affines offre précisément cette possibilité. L'hypothèse que notre cerveau utilise, d'une manière ou d'une autre, ce type de codage, est donc séduisante. Mais laissons là cette supposition audacieuse et examinons, d'un point de vue informatique, les processus de codage et de décodage.

a	b	c	d	e	f
0.85	0.04	-0.04	0.85	0.00	1.60
-0.15	0.28	0.26	0.24	0.00	0.44
0.20	-0.26	0.23	0.22	0.00	1.60
0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00

Tableau 1: Ces quatre transformations affines codent l'image de la fougère. En répétant l'application de ces transformations à n'importe quelle image initiale, on finit par obtenir la fougère ci-contre, qui est, à une résolution donnée, l'attracteur du processus.

Soit une image de fougère de l cm de large et de h cm de haut, constituée de points noirs et blancs. L'information requise pour mémoriser l'image sans codage avec une résolution de 300 points par inch sera de $(300/2.54)^2 * l * h$ bits. En codant l'image à l'aide des 24 nombres réels du tableau 1, nous utilisons 24 fois m bits, où m vaut typiquement 32. L'image de la fougère ($l=4$ cm et $h=8$ cm) nécessitera donc environ 446 000 bits. Les 24 nombres permettant de la coder ne nécessiteront, quant à eux, que 768 bits. Le taux de compression est de l'ordre de 600.

Le principe de décodage est simple, mais pour obtenir un résultat satisfaisant en un temps raisonnable, il faut réduire le volume des données à traiter

Les problèmes surgissent lors du décodage. En principe, la méthode est simple: il suffit, en partant de n'importe quelle image initiale, d'itérer l'application des transformations affines jusqu'à ce que l'image obtenue ne se modifie plus (à la résolution envisagée). Mais on peut montrer facilement que cette approche est impraticable en raison du temps de calcul nécessaire.



Fig. 2: Image initiale - définie par 13 points - et résultat des quatre premières itérations. La dernière image nécessite déjà la transformation de $13 \cdot 4^3$ points et en comporte $13 \cdot 4^4$.

Une autre technique consiste, en partant d'un point initial, à tirer au hasard, lors de chaque itération, l'une des quatre transformations et à l'appliquer au point obtenu par l'itération précédente. En ne calculant que le transformé d'un point (et non pas d'une figure comportant plusieurs points comme dans le cas précédent) on réduit le nombre de données et le temps de traitement. Mais le résultat n'est pas encore pleinement satisfaisant.

En partant d'un point et en appliquant au hasard une des transformations à chaque itération on réduit le temps de calcul



Fig. 3: a) Image obtenue en tirant au hasard à chacune des itérations une des quatre transformations et en l'appliquant au point obtenu lors de l'itération précédente. b) En attribuant des probabilités différentes à chaque transformation, on peut améliorer le résultat.

Améliorer cette technique est un problème de la recherche actuelle

On améliore cette technique en pipant les dés, c'est-à-dire en biaisant le choix de la transformation affine qui sera appliquée à chaque itération. Les probabilités associées à chaque transformation ne sont alors plus égales.

Travaux pratiques

Décodez le tableau 1 en mettant en oeuvre les différentes techniques décrites.

Prochaine réunion: lundi 5 avril 1993 à 16 h 30.