

COLLOQUE NATIONAL SUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL ET SES APPLICATIONS

NICE du 16 au 21 JUIN 75



SYSTEME INTEGRE D'ACQUISITION, TRAITEMENT ET RESTITUTION D'IMAGES

R. BORRIN J.Y. RANCHIN

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS 292, Rue Saint Martin 75003 PARIS

RESUME

Ce système est organisé autour d'une mémoire vive unique associée à un automate de transfert et de mise en forme. Le capteur est une caméra de télévision, les organes de restitution sont des moniteurs de télévision. Les images peuvent provenir du capteur ou être calculées par un microprocesseur.

La sortie en pseudochromie est programmable. Les caractéristiques de ce système en font un outil de recherche et d'évaluation d'algorithmes de traitement, et de visualisation sous des aspects variés.

SUMMARY

This system is built up on random access memory associated with a transferring and formatting automatum.

The input peripheral is a T.V. camera, the output comes out on T.V. scopes. The Pictures can be either issued from T.V. camera or calculated by microprocessor.

Pseudo-chromia output is programmable. The system characteristics make it useful tool for algorithms research and evaluation, and for flexible visualisation.



SYSTEME INTEGRE D'ACQUISITION, TRAITEMENT ET RESTITUTION D'IMAGES

Introduction.

Les applications du traitement numérique des images augmentent fortement du fait du très grand nombre de photographies scientifiques disponibles. Ces photographies nécessitent des traitements poussés que les techniques analogiques réalisent difficilement ou pas : correction de distorsions, compression d'information, squelettisation etc... Ces traitements numériques peuvent être réalisés sur ordinateur et parfois sur du matériel spécifique d'une opération (transformateur de Fourier, de Walsh p.e.).

Pour de telles opérations un calculateur puissant, et donc cher et d'emploi rigide est nécessaire. C'est pourquoi on peut avoir intérêt à disposer d'un petit matériel peu coûteux et d'emploi souple pour un seul opérateur. On peut alors y faire la recherche et la mise au point d'algorithmes sur des images à échelle réduite, s'en servir comme outil de présentation rapide de résultats partiels et l'employer pour des applications de synthèse d'images.

Nous avons en vue p.e. les tests d'efficacité de procédés de compression, les algorithmes itératifs rapides, les procédures de squelettisation, la visualisation de parties d'images pour sélectionner des zones géographiques ou radiométriques intéressantes. On peut envisager également la construction de figures simples mais mobiles pour les études psychophysiologiques de la vision humaine et la recherche des meilleurs codages en pseudochromie.

Un tel système, autonome et de faible coût n'était pas disponible en France au moment du lancement de l'étude et peut-être aujourd'hui encore à notre connaissance.

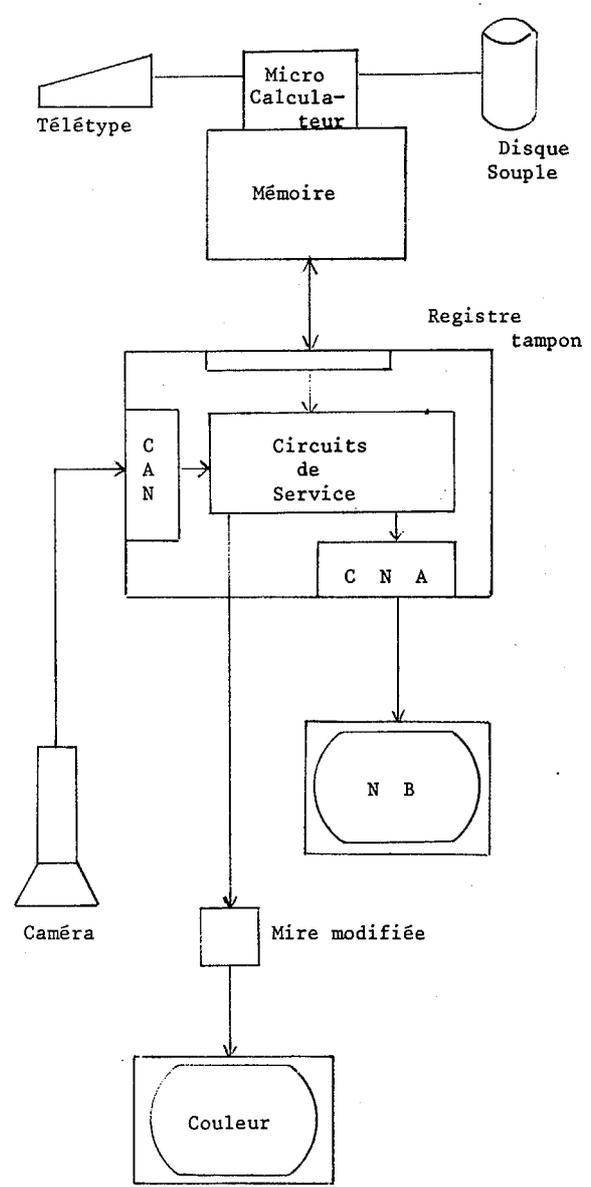
Les objectifs étaient :

- disposer d'une chaîne complète de capteur à l'organe de restitution
- pouvoir utiliser les sous-chaînes :
 - enregistrement seul,
 - restitution seule,
 - entrées et sorties sur support magnétique,
 - construction et visualisation des images,
- disposer de la sortie pseudo-chrome.

Les contraintes étaient :

- Un coût minimum pour le système.
- Le réemploi d'une caméra de télévision.

Schéma synoptique
du
Système





Conception et architecture du système.

Pour une raison essentiellement financière, mais aussi pour avoir des durées d'acquisition et de restitution faibles nous devons conserver la caméra comme capteur et, comme dispositif de restitution, des écrans de type de télévision. Comment dès lors, à la fois, introduire un ordinateur dans le système et obtenir une définition spatiale acceptable de l'image ? Les caractéristiques de la caméra : 625 lignes, balayage d'une ligne en 64 μ s dont 50 μ s utile et sa dynamique de 5 MHz permettait d'envisager une discrétisation maximum de 1000 points par ligne sur les 625 lignes. Les distorsions observables de l'ordre de 5 à 7% sur les bords réduisaient déjà le nombre de points par ligne à 800 environ et le nombre de lignes à 500 pour conserver une image de qualité acceptable en vue d'un traitement numérique. Le nombre de niveaux significatifs par point était de l'ordre de 6 à 10 ceci étant du au rapport signal/bruit du signal de sortie. Le volume en bits correspondant était donc de $800 \times 500 \times 4 = 1600000$.

Soit pour une organisation courante en mots de 16 bits du processeur : 100000 mots.

On se retrouvait alors devant deux problèmes majeurs :

- La taille de la mémoire d'acquisition : 100000 mots est financièrement inacceptable (300000 F).
- L'emploi d'un disque pour le stockage n'est pas envisageable compte tenu des contraintes de temps réel (20 ms de temps d'accès moyen).

De plus pour une discrétisation aussi importante il aurait été plus raisonnable de choisir un capteur de principe différent (micro-densitomètre).

Le meilleur compromis trouvé a été une définition spatiale de 256 points sur 256 lignes et un codage à 4 bits par point. La qualité de l'image obtenue permet une bonne restitution visuelle et l'application des algorithmes connus : transformation orthogonale, lissage, suppression du flou etc...

Une fois le problème des formats résolu, les trois fonctions à réaliser sont :

- l'acquisition en temps réel à une cadence de 4 bits \times 256 en 50 μ s soit : 48 ns/bit
- le traitement pour lequel l'image doit être logée

en mémoire à accès direct par un processeur (ce qui évite de trop nombreux transferts entre la mémoire centrale et un support externe)

- la restitution qui nécessite une mémoire de rafraîchissement de même dimension que la mémoire d'acquisition.

L'idée directrice adoptée a été la suivante :

puisque nous avons besoin aux trois étapes différentes d'une mémoire de même taille et de même caractéristique pour la 1ère et la 3ème étape, nous utiliserons la même mémoire physique dont on commutera la fonction. On a choisi pour cela d'adapter la mémoire centrale d'un ordinateur aux deux fonctions d'acquisition et de restitution. Un automate qui règle les procédures d'entrée et de sortie est alors, avec la mémoire, l'élément central du système. C'est par l'intermédiaire de cet automate que l'on définit les fonctions à réaliser. L'automate prend en charge la poursuite du processus dans les deux phases d'acquisition et de restitution et laisse agir le processeur dans la phase de traitement.

Un disque souple a été ajouté comme mémoire de masse connectée au processeur et une mire modifiée est introduite pour la restitution en pseudochromie. Le schéma synoptique correspondant figure un p.

Fonctions de l'automate :

- Conversion analogique numérique de la vidéo de la caméra.
- Mise en mots des valeurs de points.
- Chargement de la mémoire.
- Vidage de la mémoire.
- Séparation des mots en points.
- Conversion numérique analogique pour la sortie Noir et Blanc.
- Attaque de la mire pour la sortie en couleur.

Il impose ses commandes à la mémoire et au processeur.

Le processeur et le traitement de l'image.

On décrit une ligne de la caméra en 64 μ s ; compte tenu des synchronisations et de zones à distorsion nous explorons la ligne pendant 48 μ s environ.

L'exploration d'un point se fait donc en :



$\frac{48000}{256} = 187,5 \text{ ns}$ pour 256 points par ligne.

Le temps de cycle moyen des mémoires bon marché à semi-conducteurs est de l'ordre de 1 μ s.

Pour répondre au critère de rapidité, il faudrait une mémoire organisée en mots de 32 bits.

$187,5 \times 8 = 1,5 \mu\text{s}$

ce qui est parfaitement compatible avec le temps d'accès des mémoires à semi-conducteurs.

On n'a pu trouver qu'un microprocesseur travaillant sur 16 bits, l'IMP 16 de National Semi-Conductor. Un entrelacement des bancs de mémoire permet, en modifiant les circuits d'attaque de ranger un mot de 32 bits en deux demi-mots de 16 bits. (cf. schéma ci-joint)

Le traitement de l'image peut s'effectuer soit après la phase d'acquisition de l'image, soit pendant la phase de restitution entre la lecture de deux images.

En effet, le temps de lecture ou de restitution d'une image est de 20 ms pour 625 lignes, comme notre image n'a que 256 lignes sur une même demi-trame le temps de lecture sera de :

$\frac{20 \text{ ms} \times 256}{625} = 8,2 \text{ ms environ}$

d'où pendant 20 ms - 8,2 ms = 11,8 ms nous pouvons entreprendre des calculs de modification d'image.

Sortie en pseudo-chromie.

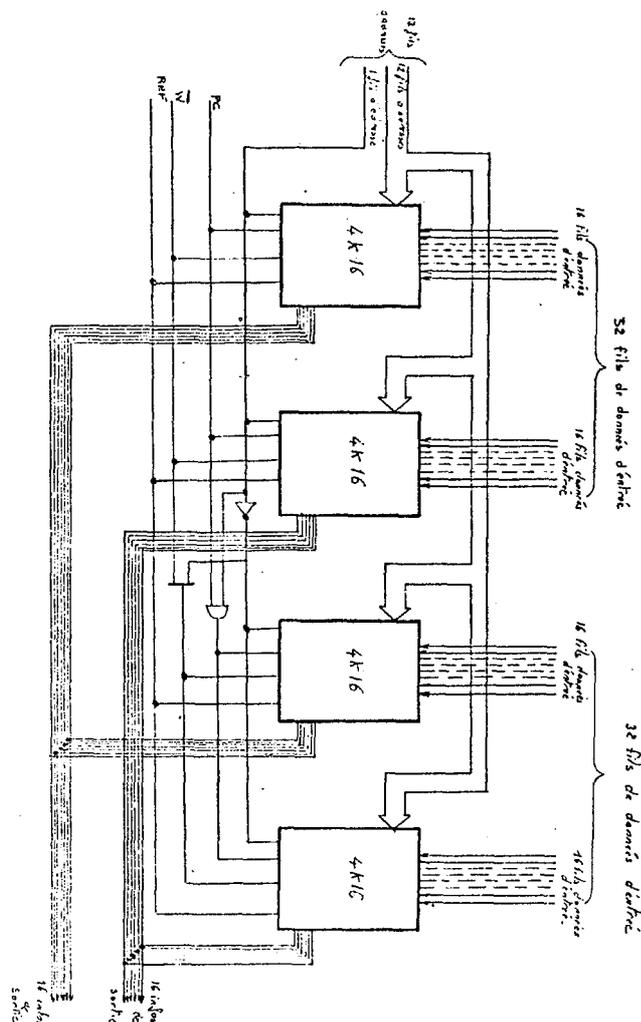
On attribue par programme une chrominance arbitraire à chacun des niveaux de gris analysés. La reproduction est faite à l'aide d'un téléviseur grand public attaqué par l'intermédiaire d'une mire télévision couleur industrielle modifiée afin d'être utilisée en codeur.

La mire ne peut traiter que l'existence ou la non existence d'une couleur fondamentale, ce qui permet 2³ combinaisons de couleur. Cependant en jouant sur le niveau de luminance, un bit de rodage supplémentaire (bit = 1 luminance maximum, bit = 0 luminance à 25%) permet 2⁴ combinaisons.

L'avantage d'utiliser une mire de couleur est qu'aucune modification du récepteur de couleur est nécessaire.

De même, afin de laisser toute latitude aux utilisateurs de la mire pour son usage général, une commutation au niveau de la modification de celle-ci est prévue permettant son usage

- soit :
- comme mire, avec conservation de ses caractéristiques,
- comme codeur.





Conclusion.

Le système présenté a été mis en état opérationnel au mois de mars 1975. Il fonctionne actuellement pour deux applications :

La construction d'images synthétiques animables pour l'étude des stratégies oculaires.

Seule la sous-chaîne traitement-restitution est intéressée par cette application. Pour cela des figures simples : points, cercles, rectangles, apparaissent, se déplacent et se modifient selon les besoins de l'expérimentateur.

La simulation d'un codec simplifié. Il s'agit d'une préétude en vue de la compression de bande pour la transmission d'images télévisées. Dans un premier temps on teste sur 16 niveaux seulement les performances de diverses méthodes de prédiction. L'étude sera poursuivie dans un deuxième temps en codage 8 bits, toujours en images fixes après modification des circuits de sortie et avec des sources d'images différentes. Cette recherche illustre bien l'emploi en préétude ou débroussaillage d'un problème que peut apporter un tel système vis-à-vis d'images à haute définition.