

1. Présentation de la vision en robotique

1.1. Introduction

Assurer la compétitivité de produits industrialisés par :

- l'automatisation des chaînes de production ;
- le contrôle systématique de la qualité à chaque étape de fabrication afin d'atteindre le « zéro-défaut »;

est un des enjeux industriels actuels.

Jusqu'ici les systèmes robotisés ne travaillant que dans un univers figé et préalablement connu.

Les systèmes de vision artificielle permettent à ces systèmes d'appréhender l'univers évolutif dans lequel ils agissent : c'est la robotique dite de « troisième génération ».

Les systèmes de vision ont pour but d'identifier, de localiser et d'effectuer des mesures sur les objets présents dans l'environnement d'un poste robotisé.

Les domaines d'application de la vision en robotique vont être présentés.

1.2. Métrologie

Dans ce domaine, on cherche à vérifier les côtes d'un objet fabriqué ou en cours de fabrication.

Une des contraintes souvent présentée dans le relevé de mesure dimensionnelle est que l'opération puisse être mise en œuvre sans contact avec l'objet à analyser.

Les meilleurs précisions sont obtenues avec l'emploi de dispositifs linéaires (barrettes).

La figure n°1 présente trois applications de relevé de côtes à l'aide de barrettes :

1-1 La mesure du diamètre d'un objet cylindrique en cours de fabrication (contrôle d'étrépage) ;

1-2 L'asservissement du bord d'une bande par un système de deux caméras (la résolution est augmentée par pré-positionnement des capteurs et restriction de la zone d'analyse) ;

1-3 Mesure de la hauteur d'objets en mouvement sur une tapis mobile.

Le contrôle de côtes à l'aide de capteurs linéaires est converti en un contrôle bidimensionnel pour des mesures échantillonnées lors du mouvement de l'objet à analyser ou du système d'analyse.

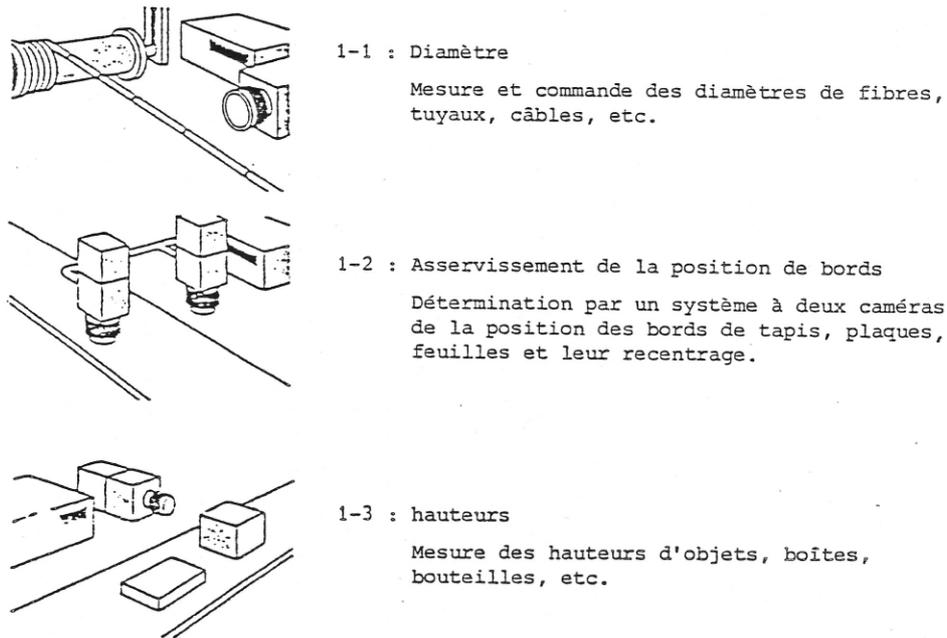


Figure 1 : Application du traitement d'image à la métrologie (document Reticon)

1.3. Localisation

La localisation permet de situer dans un environnement robotisé la position d'un objet et de commander un système de préhension pour en réaliser la saisie.

C'est le cas d'une cellule d'assemblage où les pièces à assembler sont acheminées sur un tapis mouvant ou présentées sur un plateau d'approvisionnement. (cf. figure 2).

La localisation d'un objet peut nécessiter la connaissance de sa position dans l'espace de travail, mais aussi son orientation dans celui-ci pour qu'une prise puisse être réalisée.

Lorsqu'on utilise des systèmes d'acquisition de données réalisant une projection (caméra matricielle pour un univers tridimensionnel), la reconnaissance de la face d'équilibre de l'objet est nécessaire pour mener à bien une prise.

Ainsi dans certains cas, la localisation ne peut se faire sans l'identification de l'objet analysé : c'est notamment le cas lorsque plusieurs objets sont présents dans l'espace de vision.

Le problème se complexifie encore lorsque les objets se recouvrent les uns les autres de manière ordonnée ou non : c'est le cas de la palettisation en vue du stockage ou de la dé-palettisation lors de l'alimentation d'une chaîne automatisée.

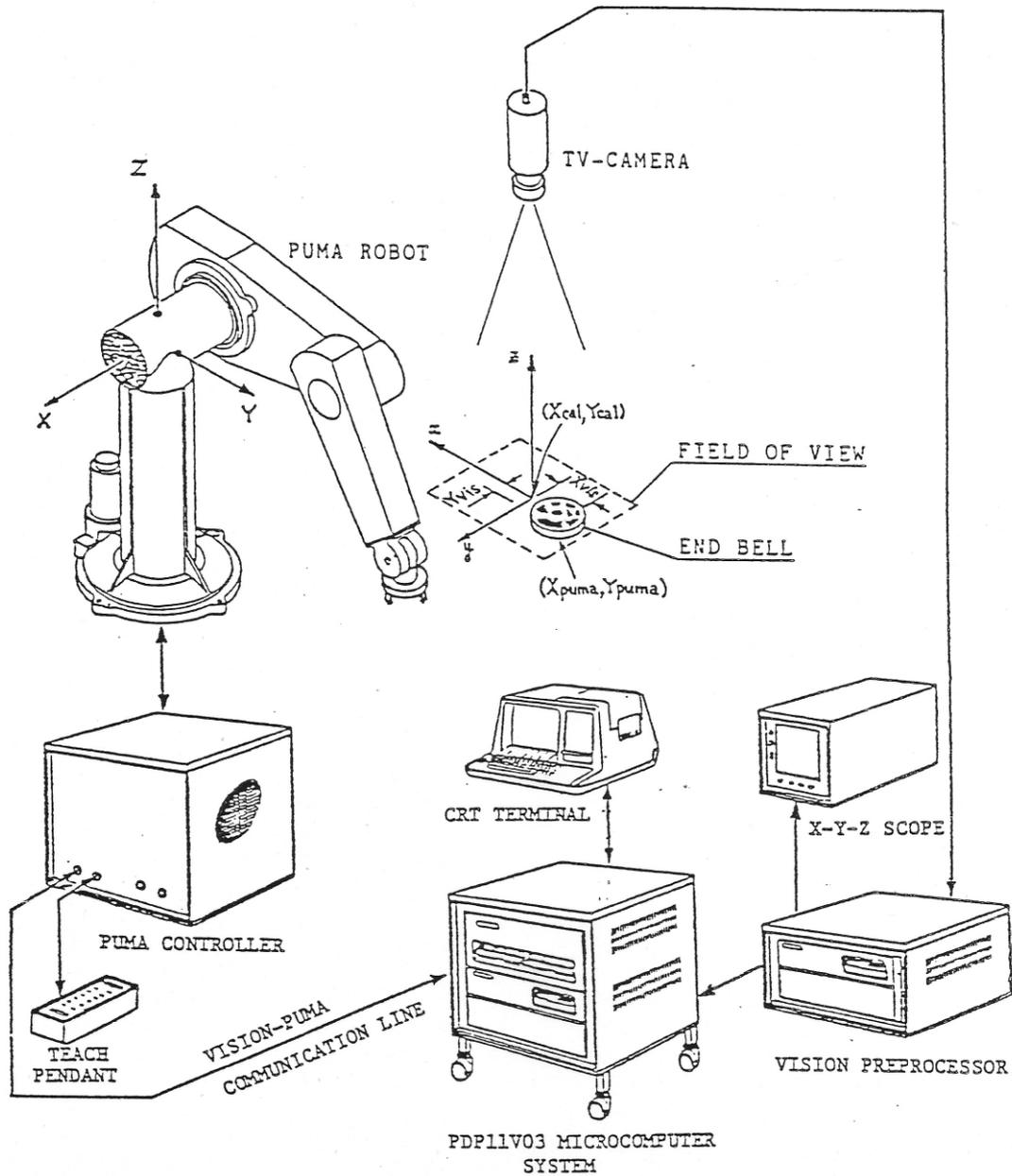


Figure 2 : Système d'assemblage de moteurs électriques de Westinghouse

1.4. Tri et identification

Le tri est la forme la plus simple rencontrée en identification.

Lorsque différents objets primaires participent à la composition d'un objet à assembler; la première démarche consiste à créer un poste d'approvisionnement par objet participant à l'assemblage d'un nouvel objet au niveau du poste d'assemblage.

Cette démarche apparaît irréaliste lorsque :

- les contraintes mécaniques et économiques limitent le nombre de postes d'approvisionnement ;
- la ligne de production est partiellement robotisée ou en cours d'automatisation (le cas le plus général à l'heure actuelle) : les transferts entre postes sont réalisés de manière manuelle ;
- le poste doit satisfaire à des contraintes de flexibilité (modification du processus de fabrication ou de la composition du produit final).

Pour ces raisons, on préférera exécuter le tri des objets participant à la réalisation d'un produit fini à partir d'un poste d'alimentation unique à l'aide d'un système de vision.

Lorsque ce système possède des facultés d'apprentissage, la procédure d'identification peut être alors modifiée pour prendre en compte de nouveaux objets.

Les méthodes mises en œuvre pour identifier des objets permettent de distinguer ces objets dans un univers de classes restreint, comparé au pouvoir de reconnaissance humain, mais suffisamment pour une application industrielle (par exemple la reconnaissance des lettres de l'alphabet pour une police de caractères imprimés).

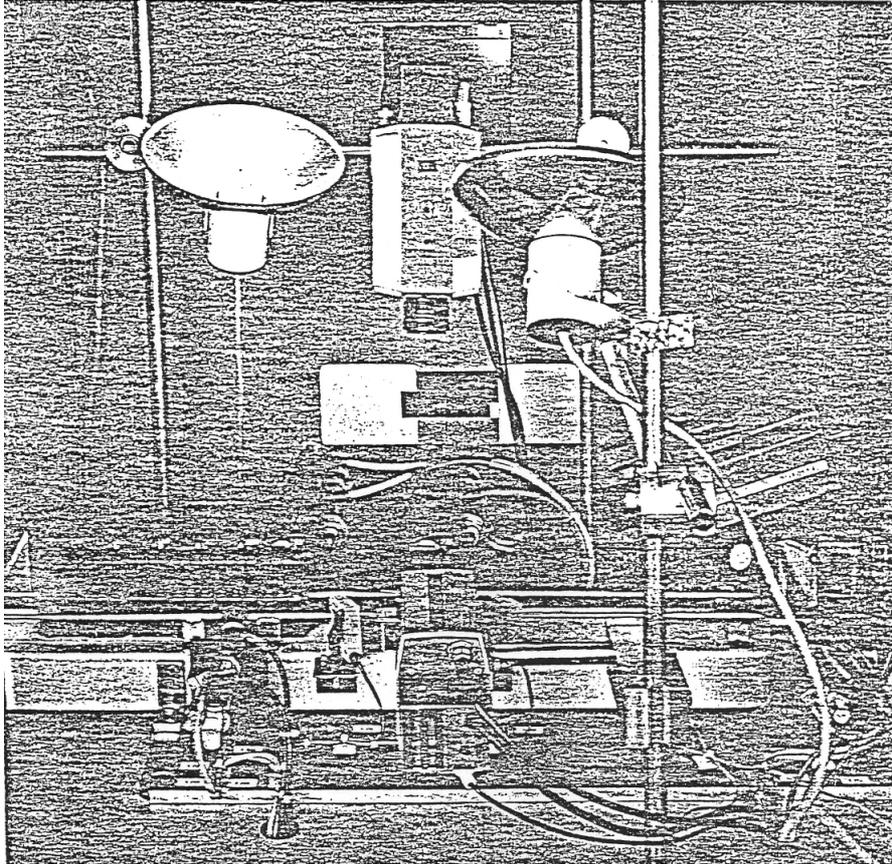


Figure 3 : Système de vidéo-contrôle de relais thermiques (document SOLEMS)

1.5. Inspection

L'inspection a pour but de vérifier la qualité des produits en cours ou en fin de fabrication.

Nous avons vu un premier aspect avec l'emploi de la vision en métrologie.

D'autres critères de qualité peuvent être vérifiés de manière visuelle :

- la forme de l'objet en comparaison à un modèle (ébarbures présentes autour d'une pièce moulée, position des étiquettes sur des flacons) ;
- l'état de surface ou l'aspect de l'objet (présence de rayures sur des surfaces métallisées, bulles ou corps étrangers dans des objets en verre).

La figure n°3 présente ainsi un poste de vérification de conformité pour des relais thermiques par comparaison à un modèle pré-enregistré.

L'inspection représente les neufs dixièmes des applications en vision industrielle à l'heure actuelle.

L'analyse des défauts de fabrication permet encore de localiser des machines déréglées ou en panne dans la chaîne de production.

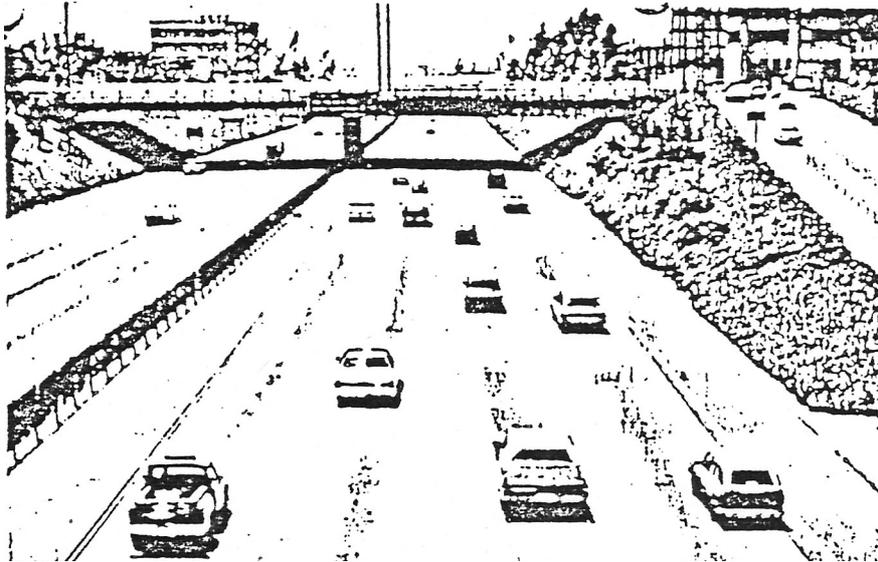


Figure 4 : Vue arrière du trafic sur une autoroute

1.6. Surveillance et contrôle d'environnement

Le dernier domaine que nous abordons est la surveillance et le contrôle d'environnement.

Ce cas se présente notamment pour résoudre des problèmes de protection de locaux ou d'entrepôts contre :

- des accidents naturels (feu, intempéries, émission de fumée) ;
- ou d'effraction (surveillance automatique de lieux sensibles).

Mais aussi pour la conduite de chariots automobiles autonomes (évitement d'obstacle) ou la protection humaine (surveillance automatique du réseau routier; cf. figures n°4 et 5).

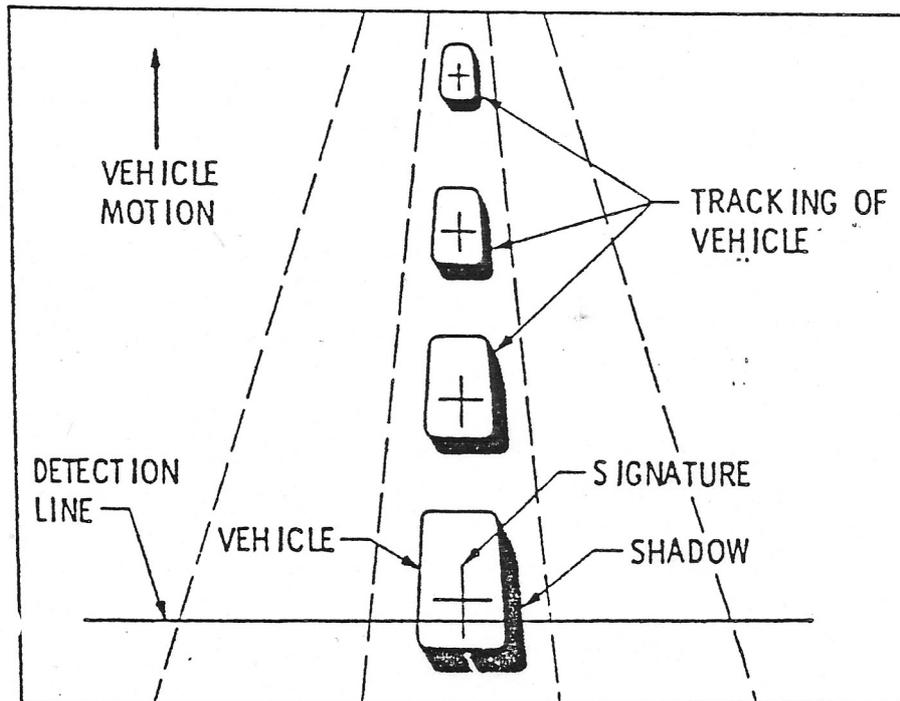


Figure 5 : Formalisation de la détection et du suivi des véhicules

1.7. Comparaison entre la vision humaine et la vision robotisée

Il s'agit du tableau comparatif dressé par Claude Lurgeau et Michel Parent dans leur ouvrage ([1]).

aptitudes ou performances	machines de vision	vision humaine
mesure des distances	grande précision dans le plan de vision-métrie possible	évaluation purement qualitative
mesure des profondeurs vision en relief orientation vision en mouvement	capacités très limitées bonne mesure en 2 D très limitée en raison de la rémanence des capteurs et des temps de traitement	très bonne approche qualitative bonnes performances très bonnes performances avec mesure en temps réel (> 10 images par secondes)
extraction de contours et des attributs modélisation des formes	nécessité d'un fort contraste	très haute sensibilité de l'œil
interprétation du 2 D	approche très algorithmique et quantitative bonne pour les objets bien définis modélisables géométriquement avec précision	approche cognitive et qualitative hautes performances
interprétation 3 D	possibilités très limitées et seulement sur objets modélisables avec précision	hautement développée
résolution de l'image	limitée par le nombre de pixels	très haute résolution
vitesse d'analyse	la seconde ou la fraction de seconde selon l'analyse demandée	traitement en temps réel
coût opératoire dans un contexte industriel	très élevé pour des petites cadences-moins que la vision humaine si grande répétitivité	moins cher que la machine à faible cadence ou sur des problèmes complexes.
appréciations globales	<ul style="list-style-type: none"> - bonne modélisation et représentation quantitative quand cela est possible - nécessité d'une scène bien structurée. - bon sur des tâches très répétitives et à hautes cadences 	<ul style="list-style-type: none"> - assez mauvais en quantitatif mais remarquables performances en qualitatif. - interprétation de scènes complexes - irremplaçables pour de très nombreux cas

