

# UN ENFOQUE FLEXIBLE PARA INTEGRAR UN ROBOT MÓVIL EN UNA “FMC” A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE VISIÓN 4° COBEF

## **Carlos E. Villanueva Cano**

Universidade de Brasília – UnB, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Campus Universitário, Asa Norte, Brasília – DF, CEP: 70910-900  
[cvillanueva@unb.br](mailto:cvillanueva@unb.br)

## **Sadek C. Absi Alfaro**

Universidade de Brasília – UnB, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Campus Universitário, Asa Norte, Brasília – DF, CEP: 70910-900  
[sadek@unb.br](mailto:sadek@unb.br)

## **Alberto J. Álvares**

Universidade de Brasília – UnB, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Campus Universitário, Asa Norte, Brasília – DF, CEP: 70910-900,  
[alvares@AlvaresTech.com](mailto:alvares@AlvaresTech.com)

**Resumen.** *Con el desenvolvimiento de tecnologías de navegación para vehículos automáticos y el aumento de la capacidad de procesamiento de los computadores aparecieron los primeros robots móviles industriales, cuyo campo de aplicación es muy amplio. Un robot móvil conjuga en un sólo dispositivo la movilidad de un vehículo automático y la capacidad de manipulación de los brazos robóticos. Actualmente el control de los vehículos guiados automáticamente (AGV), esta basado en el estudio de las diferentes técnicas de navegación existentes. Estas, utilizan diferentes tipos de sensores (infrarrojos, ultrasonido, táctiles, visión, etc.) como parte del equipo del robo móvil para realizar sus tareas de navegación y control, desde una posición inicial hasta una posición final definidas. La principal contribución de este trabajo consiste en presentar una técnica de navegación basada en un sistema de visión para integrar un robot móvil a una célula flexible de manufactura, a cual está siendo implementada en el laboratorio de automatización y control GRACO-UnB, trabajando como un vehículo guiado automáticamente; así como también presentar las ventajas y desventajas del tipo de navegación que esta siendo implementada en comparación a otras técnicas existentes actualmente usadas en la industria. En este campo, un AGV (Automatic Guided Vehicle) es uno de los dispositivos con mayor aplicación en industrias altamente automatizadas principalmente en las áreas de manufactura, distribución y almacenamiento. El bajo costo de implementación (camino seguidos y programación del robot) es lo que hace que esta técnica de navegación sea considerada flexible y económica.*

**Palabras-clave:** *Visión computacional, Redes Neuronales, AGV, FMC.*

## **1. INTRODUCCIÓN**

Actualmente en las industrias se ha vuelto cada vez más importante la necesidad de aumentar la eficiencia, disminuir costos operativos y dar mayor seguridad a los consumidores. Como resultado de esto y de los métodos modernos de fabricación se han logrado equipos flexibles e inteligentes como es el caso de los sistemas de inspección visual aplicados a procesos industriales

Actualmente en los sistemas flexibles de manufactura el transporte y manipulación de los materiales es realizado por un sistema de AGV's. El desempeño de un sistema de manufactura depende mucho de optimización del flujo de los materiales durante el proceso productivo.

Los AGV's son unidades de transporte que siguen rutas o caminos pre-especificados dentro de la célula de manufactura. Comúnmente los caminos son especificados por cables eléctricos enterrados dentro del concreto del suelo de la fábrica, estos transmiten las señales eléctricas las

cuales son detectadas por una antena localizada en el AGV. La decisión de cual de las diferentes rutas debe seguir el vehículo es realizada a través de las diferentes frecuencias capturadas por el mismo.

El sistema de rastreo y navegación por visión, por ser una aplicación fácil de implementar y tener un costo de operación barato incentivan los estudios de sistemas más versátiles de nivel industrial que satisfagan optimadamente las tareas de transporte y manipulación de materiales así como de las operaciones de mantenimiento. La flexibilidad un término muy importante en la manufactura moderna es otra de las razones por al que este sistema tiene mucho más aceptación en la industria que otros sistemas de navegación.

En este trabajo específicamente el desenvolvimiento de sistemas de transporte y manipulación de material (*material handling*) es realizado en una FMC. La contribución principal de este trabajo consiste en presentar una técnica de navegación basada en un sistema de visión para integrar un robot móvil a una célula flexible de manufactura la cual está siendo implementada en el laboratorio GRACO-UnB (<http://www.video.graco.unb.br>), trabajando como un vehículo guiado automáticamente (AGV) así como también presentar las ventajas y desventajas del tipo de navegación implementada.

## 2. MODELO DEL AMBIENTE DE ACTUACIÓN DEL AGV

El ambiente donde el robot móvil ejecutará sus funciones de navegación de AGV en la FMC, está clasificado como un ambiente estructurado. Este ambiente posee como principales características la no variación de la posición de sus componentes o equipamientos que conforman dicho ambiente así como también el no tránsito o flujo de personas durante el desarrollo de las funciones del AGV. Estas características del ambiente pueden ser consideradas, hasta cierto punto, como ideales aún en las industrias altamente automatizadas, ya que la probabilidad de que suceda algo imprevisto siempre está latente; es por este motivo que el robot móvil no está equipado con un solo tipo de sensores; la fusión de ellos hace que la navegación sea hecha con alta seguridad.

La Figura 1 ilustra el ambiente estructurado donde el AGV ejecutará sus funciones. Se puede observar que tanto los componentes de la FMC como los caminos seguidos por el robot móvil son elementos predeterminados en base a un análisis previamente desenvuelto dependiendo del proceso de fabricación y la flexibilidad con que los trabajos tienen que ser realizados.

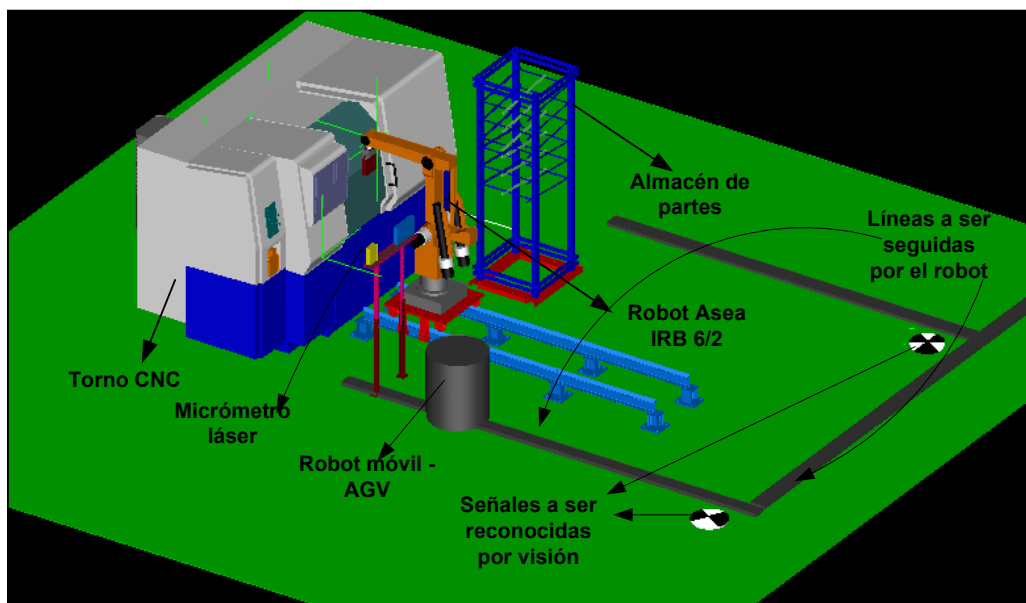


Figura 1. Modelo de la configuración de los componentes de la FMC y caminos seguidos por el AGV

Segundo Cano<sup>(1)</sup> las características específicas más importantes de las líneas dibujadas en el suelo de la FMC, como puede ser observado también en la Figura 1, son: i) disposición estratégica de las señales que serán reconocidas durante la navegación, usando el sistema de visión del robot, ii) caminos alternativos para que el AGV consiga navegar por toda la FMC, ya sea ejecutando tareas de transporte de material o de supervisión de la FMC.

## 2.1. Modelaje del Sistema de Navegación del Robot Móvil

El sistema de navegación que será utilizado por el robot móvil, basado en su sistema de visión tiene como principal sensor una cámara CCD para la captura de imágenes en el ambiente de navegación del robot.

En base al sistema de navegación señalado, el robot móvil, para ejecutar sus funciones como AGV, navegará por la FMC siguiendo caminos pintados, a manera de líneas, y reconociendo marcas específicas las cuales indicarán una acción que deberá ejecutar el robot. Esta navegación es posible a través del control de la inclinación de las líneas usadas como caminos, seguidas por el robot móvil y por el reconocimiento de las marcas colocadas en el ambiente de la FMC.

La Figura (2) muestra la secuencia de pasos basados en algoritmos de visión computacional que tienen que ser implementados para el funcionamiento del sistema de navegación del robot móvil.

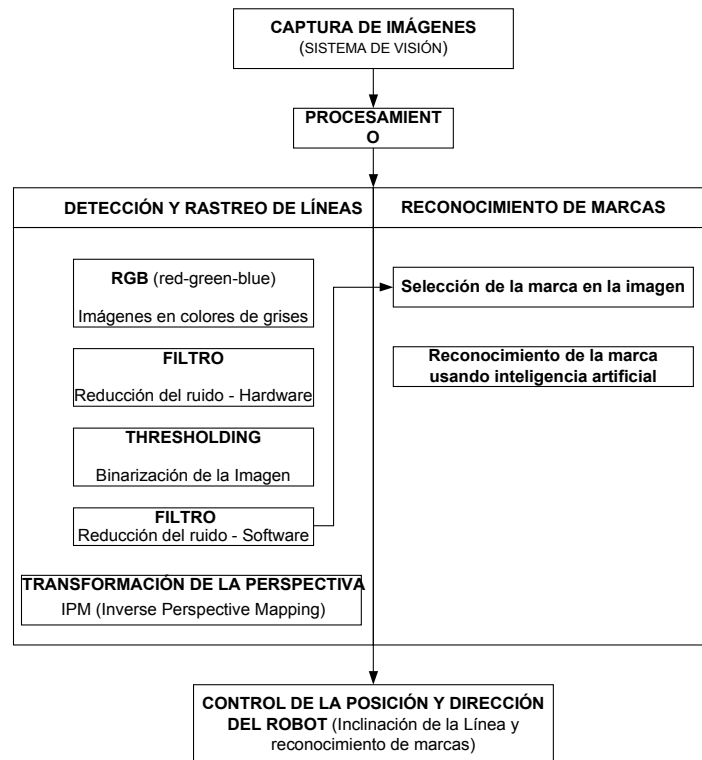


Figura 2. Diagrama de la secuencia de procesos del sistema de navegación

## 2.2. “Setup” del Robot Móvil utilizado como AGV

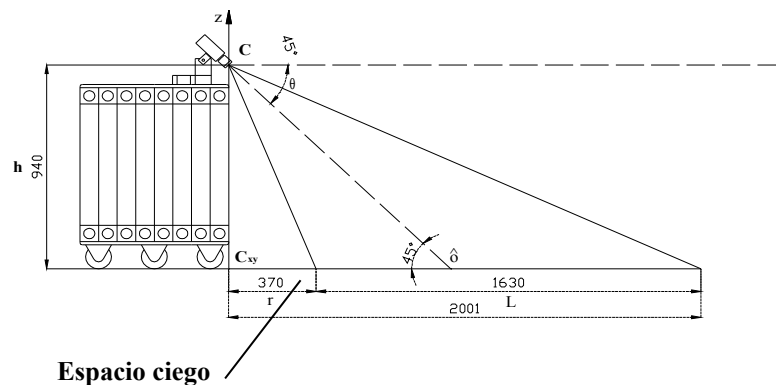
El robot móvil, presentado en la Figura (3) el cual será integrado en la FMC para trabajar como AGV, es el modelo Nomad XR4000 de la firma Nomadic Technologies. En esta figura pueden ser apreciados algunos de los componentes sensoriales que forman parte del hardware del robot como son los sensores de ultrasonido, infrarrojos y de visión. El hardware principal de control del robot está formado por dos computadores rodando bajo el sistema operacional Linux.

En la parte superior del robot está montada la unidad de dirección de los movimientos de la cámara CCD “Pant-Tilt Unit” (PTU). La captura de las imágenes es realizada a través de una placa de adquisición de imágenes la cual permite tasas de actualización hasta 30 fps (imágenes por

segundo) y resoluciones de 640 x 480 y una cámara de video a color según las especificaciones señaladas por la Nomadic Technologies.<sup>(2)</sup>

El sistema de visión del robot móvil trabaja con los siguientes parámetros de configuración: 30 fps y en bajas resoluciones de 128 x 128.

Como se puede observar en la Figura (3b) la localización de la cámara no es apropiada para conseguir la detección de las líneas. La optima localización de la cámara debería ser cerca al suelo donde están dibujadas las líneas y con el eje óptico perpendicular al suelo por donde el robot móvil realiza su recorrido. Partiendo de este limitante que implica el posicionamiento de la cámara en el robot móvil la máxima inclinación de la orientación del PTU es aproximadamente 45° cuando la cámara esté capturando las imágenes de las líneas seguidas. Esta disposición de la cámara lleva a tener una zona ciega frente del robot de aproximadamente de 30 cm. La cual debe ser controlada por el sistema de navegación del robot a través de sus otros diferentes tipos de sensores que cuenta el robot.



a)

b)

Figura 3. a) Robot Móvil, b) Posicionamiento de la cámara 45° aproximadamente

### 3. ALGORITMOS FLEXIBLES UTILIZANDO PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

El procesamiento de imágenes utilizado por el sistema de navegación del robot móvil envuelve operaciones de bajo nivel, como realce de la imagen, detección y computación de la orientación y dirección de las líneas y detección y reconocimiento de marcas.

#### 3.1. Pre-procesamiento de Imágenes

El pre-procesamiento de las imágenes capturadas es realizada básicamente en las siguientes etapas: a) filtrado de la imagen, b) transformación de colores y c) binarización por histograma.

Segundo Trucco<sup>(3)</sup> el ruido es una variable que siempre está presente en la adquisición de imágenes. A medida que el ruido es incrementado o disminuido los filtros correspondientes son aplicados para después binarizar la imagen a través del uso de un valor limiar “threshold.”

La primera etapa de filtrado es realizada utilizando un filtro pasa-baja. Este filtro aplicado en la imagen es hecho para reducir el nivel de ruido, generalmente presente en sistemas que trabajan con sensores. La aplicación de este filtro es realizada a través del cálculo del valor medio de cuatro píxeles vecinos (Ecuación 1), utilizando el valor obtenido como entrada para el nuevo píxel de la imagen reducida.

$$\frac{1}{4}((i, j) + (i, j + 1) + (i + 1, j) + (i + 1, j + 1)) \quad (1)$$

La reducción de los puntos de la imagen a un cuarto del valor inicial garantiza un menor costo computacional de procesamiento posterior de la imagen.

El siguiente paso a ser realizado es la transformación de colores. La placa de captura de imágenes tiene como padrón la captura de imágenes en tres componentes (RGB – Red, Green, Blue) separadamente, aun cuando los métodos de procesamiento de imágenes sean definidos en general para imágenes monocromáticas. La transformación de los colores del padrón RGB al padrón HSV permite que la imagen resultante sea monocromática, que haya una grande reducción de espacio de almacenamiento y que se reduzca el tiempo de procesamiento en las operaciones posteriores. De esta manera, segundo Gonzalez<sup>(4)</sup>, con base en los tres componentes de la imagen original se genera una imagen monocromática con el valor medio de las imágenes originales, dada por la componente V del padrón HSV. La Ecuación (2) muestra el cálculo de la componente V.

$$V = \frac{R + G + B}{3} \quad (2)$$

El resultado de esta transformación es la reducción de información originalmente disponible en las tres componentes RGB. Esta reducción de información es reflejada en la pérdida de informaciones reflejada a los colores de la escena.

Después de realizar la captura, filtrado, y transformación de colores de la imagen se puede realizar la binarización de la imagen. Se debe notar que la metodología de binarización utilizada es aplicada directamente a la imagen original previamente procesada a través de las etapas descritas anteriormente. El objetivo de esta etapa es conseguir la segmentación de las líneas en relación a su fondo. La binarización de la imagen es resultado de la aplicación de la Ecuación (3) a través del uso de un valor limiar o “*threshold*” el cual es definido basándose en el uso del histograma ecualizado de la imagen original. El algoritmo utilizado proporciona el valor de intensidad con mayor número de píxeles contenidos en la imagen ecualizada el cual es utilizado como valor limiar.

$$\begin{aligned} P(x,y) &= V = 1 \text{ para } f(x,y) \geq T \\ P(x,y) &= V = 0 \text{ para } f(x,y) < T \end{aligned} \quad (3)$$

Donde  $T$  es el valor del limiar o “*threshold*”,  $P(x,y) = 1$  para los elementos de la imagen representan los objetos y  $P(x,y) = 0$  para los elementos de la imagen que representan el fondo (o viceversa).

El pre-procesamiento de la imágenes debe tener un costo computacional bajo lo que implica rapidez en la ejecución de los algoritmos.

En la Figura (4a) se muestra la figura original capturada por el robot móvil. La Figura (4b) muestra la imagen pre-procesada (filtrado, transformación de colores y binarización).

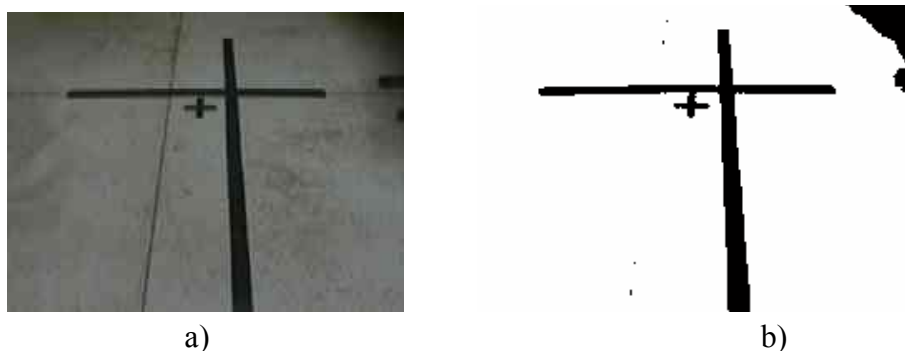


Figura 4. a) Imagen original capturada por la cámara del AGV b) Imagen pre-procesada

### 3.2. Detección de Líneas

La operación visual principal necesaria para la navegación del AGV es calcular la dirección del camino pintado en el suelo de la FMC. Esta operación calcula la inclinación o pendiente del camino trabajándolo como una línea a través del uso de un par de puntos de la imagen.

El camino que el AGV sigue no es necesariamente una línea recta como puede ser visto en la Figura (5). El AGV tiene otras alternativas de movimiento para poder navegar por la FMC, necesarias para cumplir sus funciones de transportador de material. De esta manera, para evitar los cambios bruscos de dirección de los caminos seguidos, la imagen capturada es analizada a través de dos fajas en la parte inferior de la imagen como es presentado en la Figura (5).

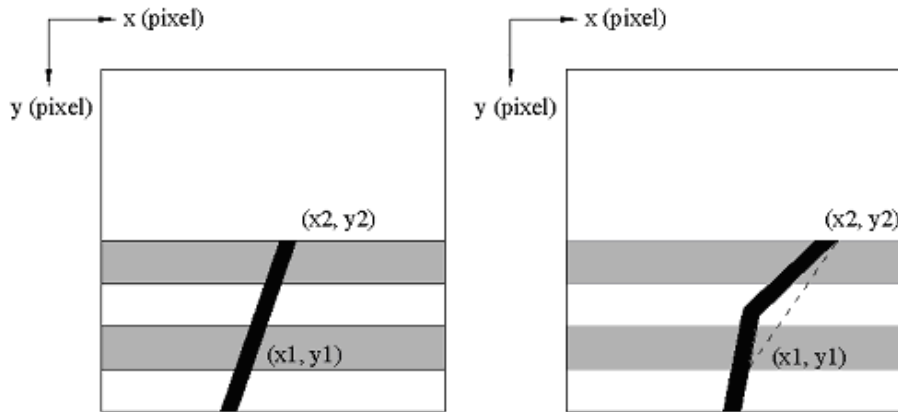


Figura 5. Puntos preseleccionados para el cálculo de la orientación de las líneas seguidas

Segundo Costa<sup>(5)</sup> uno de los métodos que puede ser utilizado por su simplicidad y rapidez en su procesamiento es basado en la extracción de dos puntos  $(x_1, y_1)$  y  $(x_2, y_2)$  de dos fajas de la imagen como se muestra en la Figura (5). Dependiendo de la luminosidad del ambiente las fajas seleccionadas de la imagen para obtener los puntos puede variar. A partir del vector, representados por ceros y unos de las fajas escogidas en la imagen binarizada es calculado el centro de la línea para cada una de las fajas a través de un barrido de ellas para posteriormente utilizando la fórmula de la media ponderada como se muestra en la Ecuación (4) se pueda calcular la localización del píxel central.

$$C_x = \frac{\sum_{i=0}^{i=m} x_i \cdot i}{\sum_{i=0}^{i=m} x_i} \quad (4)$$

donde:

$x_i$  es el vector binarizado en la posición  $i$

$m$  es el largo de la imagen

$C_x$  es el centro línea para cada una de las fajas analizadas

En caso que la pista no sea encontrada, por haber terminado, el sistema atribuye al valor del centro de la pista a la columna cero. Este valor será utilizado para avisar al módulo de control que pare el movimiento del robot. Después que los dos puntos fueron obtenidos y eliminada la distorsión de perspectiva ocasionada por la posición de la cámara con la Ecuación (5) puede ser calculada la orientación de la línea la cual posteriormente será comparada con un error de orientación mínimo que servirá para controlar los movimientos del AGV.

### 3.3. Detección de la Posición Real

Como fue mencionado anteriormente los dos puntos obtenidos de las dos fajas barridas de la imagen son afectados por la deformación de la perspectiva. Segundo Bertozzi<sup>(6)</sup> el mapeo inverso de perspectiva (IPM – Inverse Perspective Mapping) es aplicado para corregir la dirección del camino afectado por esta distorsión tal como se aprecia en la Figura (6).

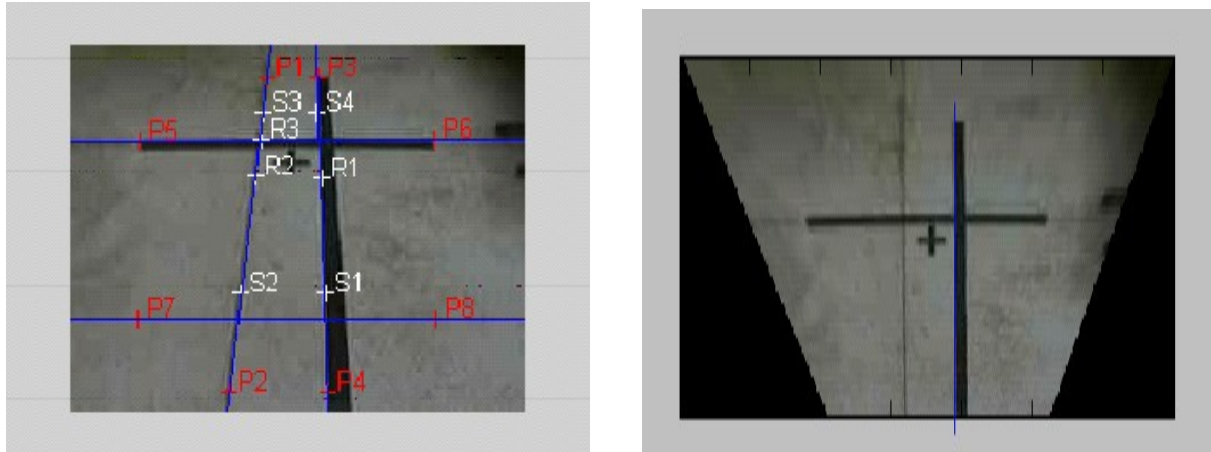


Figura 6. Remoción de la distorsión de la perspectiva: imagen original (izquierda), imagen con la perspectiva corregida (derecha)

Con el objetivo de reducir el costo computacional, reflejado en el tiempo de procesamiento utilizado, no es necesario que la imagen total sea transformada a una perspectiva real; sólo dos de sus puntos son necesarios ser traídos a la perspectiva real para ajustar la orientación del camino que será seguido por el AGV.

### 3.4. Reconocimiento de Señales

Otra de las tareas realizadas por el sistema de visión del AGV es la identificación y reconocimiento de marcas las cuales definen la dirección de los movimientos que serán realizados por el AGV. Estas marcas, son utilizadas durante la navegación del AGV y cumplen básicamente con la función general de indicar el comienzo o fin de los caminos así como también indicar los puntos de localización del AGV donde realizará algunas de las tareas señaladas por el administrador de la FMC. Segundo Beccari<sup>(7)</sup> y como se muestra en la Figura (7) la forma externa de las marcas es representada por símbolos simples (círculos, cuadrados y triángulos) y la forma interna por números, letras y flechas. La forma externa define el tipo de señal indicando si son señales de tránsito o de localización. La Figura (7) muestra los diferentes símbolos comúnmente utilizados durante la navegación de un AGV.



Figura 7. Símbolos de tránsito y alfanuméricos

Las señales simbólicas son preferentemente utilizadas en vez de señales basadas en códigos de barras o geométricos en ambientes donde hay potencial presencia de personas u otros sistemas de transporte e carga, pudiendo ser reconocidos fácilmente evitando probables accidentes.

Actualmente en la industria, principalmente en las áreas de manufactura y almacenamiento hay una gran variedad de señales o marcas comúnmente usadas tanto en sistemas manuales como automatizados. La Figura (8) muestra algunas de las marcas utilizadas.

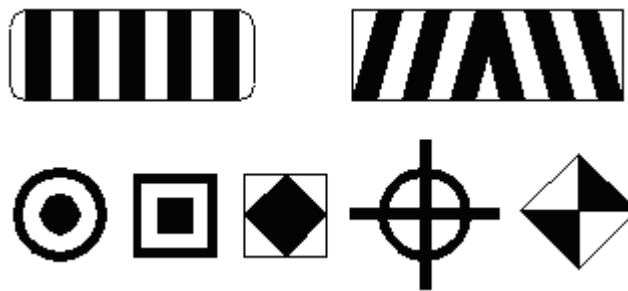


Figura 8. Señales comúnmente utilizadas en la industria para la navegación de AGV's

Segundo Amat<sup>(8)</sup> partiendo de los símbolos mostrados en la Figura (8) seleccionó un conjunto de estos con una potencial característica en común: mayor precisión en su localización con un costo de procesamiento bajo lo que implica un mejor posicionamiento del AGV en el ambiente. La Figura (9) muestra los cuatro padrones testados (colores originales y colores invertidos). Todos estos padrones tienen en común un alto grado de contraste con su fondo y se muestran poco influenciados por el ruido ocasionado por el proceso de segmentación.

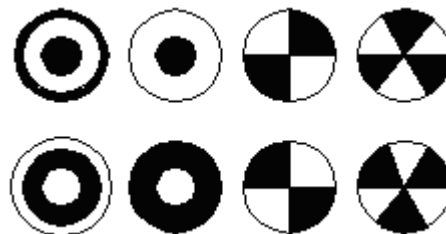


Figura 9. Padrones utilizados para el entrenamiento de la red neuronal

Estos padrones debido a que trabajan a través de un sistema de visión están predispuestos a los efectos de distorsión ocasionados por la transformación de perspectiva de la imagen capturada por la cámara como ya fue mencionad anteriormente. Todos estos errores fueron analizados por Amat<sup>(8)</sup> concluyendo que las marcas presentadas en la Figura (9) son las ideales para ser usadas en una navegación donde su sensor principal sea un sistema de visión.

Una vez definidas las marcas que serán utilizadas y el significado de cada una de ellas durante la navegación el paso siguiente es identificarlas en la imagen capturada. Tanto la identificación como la clasificación de las marcas son realizadas a través de técnicas basadas en Redes Neuronales. Segundo Adorni<sup>(9)</sup> la imagen binarizada puede ser examinada a través de un algoritmo que funciona como una “ventana” de identificación de las regiones con potencial presencia de marcas en la imagen. Después que las regiones fueron identificadas el algoritmo hace un reconocimiento de las marcas con forma compatible al conjunto de marcas preseleccionadas como padrones con las cuales fue entrenada la red neuronal.

La percepción de la forma de la marca es ejecutada a través de un conjunto de neuronas auto-asociadas cada una relacionada a una de las diferentes formas almacenadas como padrones y capaz de reproducir como salida el mismo patrón si y sólo si es un único patrón reconocido por la red neuronal que está siendo analizada en un instante durante la navegación del AGV. La dimensión de la imagen capturada es de 128 x 128 mientras que la dimensión de la región de la imagen donde se encuentra la marca reconocida es de 16 x 16.

El modelo de la red neuronal utilizado es conocido como *perceptron multicamadas* del inglés “*multilayer perceptrons*”. Esta modelo de red neuronal es entrenada a través del algoritmo



“*backpropagation*” utilizando 10 o más formas diferentes para cada una de las marcas presentadas en la Figuras (8) y en la Figura (9). El objetivo de entrenar la red neuronal con una gran variedad de formas diferentes, es reconocer los símbolos padrones aun cuando las marcas estén afectadas por la distorsión de la perspectiva, ocasionada por el posicionamiento de la cámara, evitando así el uso del algoritmo IPM en toda la imagen disminuyendo así el tiempo de procesamiento.

Una que las líneas o marcas son procesadas a través del sistema de visión, nuevas informaciones son enviadas al sistema de movimiento  $(x, y, \theta)$  del AGV para su nueva localización en el ambiente de la FMC.

#### 4. CONCLUSIONES

El sistema de rastreo y navegación basado en visión por ser un a aplicación fácil de implementar y tener un bajo costo de operación, motivan al estudio e investigación para la obtención de sistemas versátiles de nivel industrial los cuales satisfagan óptimamente las tareas de transporte y manipulación de materiales así como también las de mantenimiento en los diferentes equipos de la FMC.

La Flexibilidad, un término muy importante en la manufactura moderna, es la razón más resaltante por la que este sistema puede trabajar en un AGV de nivel industrial con costos de operación bajos.

Actualmente las limitaciones del espacio por donde transitan los AGV's es uno de los mayores limitantes en la industria moderna. El sistema sensorial y de movimiento del AGV basado en visión presentado en este trabajo, se adapta perfectamente a las necesidades exigidas por la industria.

#### 5. REFERENCIAS

1. CANO, C., ÁLVARES, J., ABSI, S. AGV Modelling Using Object Oriented Techniques Through UML Language in A Flexible Manufacturing Cell. Proceedings of 18<sup>th</sup> International Congress of Mechanical Engineering, Ouro Preto, Brazil, 2005. pp. 150- 165.
2. NOMADIC TECHNOLOGIES. Nomad XR4000 Hardware Manual release 1.0, 1999
3. TRUCCO, E., VERRI. A Introductory Techniques for 3-D Computer Vision. 2. ed. Prentice-Hall New Jersey USA, 1998. 156p.
4. GONZALEZ, R., WOODS, R. Processamento de Imagens Digitais. Edgard Blücher, 2000, 165p.
5. COSTA, E., GOMES, M., BIANCHI, R. Um Mini Robô Móvel Seguidor de Pistas Guiado por Visão Local. VI Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, Bauru, Brasil, 2003. pp 175-186.
6. BERTOZZI, M., BROGGI, A. FASCIOLI, A. Stereo Inverse Perspective Mapping: Theory and Applications. Image Vis. Comput., 1998. vol. 8, no. 16, pp. 585–590.
7. BECCARI, G., CASELLI, S., ZANICHELLI, F., CALAGIORE, A. Vision-based Line Tracking and Navigation in Structured Environments. Proceedings of IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation. 1998. pp. 406- 411
8. AMAT, J., ARANDA, J., CASALS, A., FERNANDEZ, X. Optimal landmark pattern for precise mobile robots dead-reckoning. In: [Proceedings ICRA. IEEE International Conference Robotics and Automation, 2001 Vol. 4, pp. 3600-3604](#)
9. ADORNI, G., GORI, M., MORDONINI, M. Just-in-time Landmarks Recognition. Proceedings IEEE transactions, Real-Time Imaging, 1999. 5 (2), pp. 95-107.

# A FLEXIBLE APPROACH FOR INTEGRATE A MOBILE ROBOT ON A “FMC” THROUGH A VISION SYSTEM

## **Carlos E. Villanueva Cano**

Brasilia University – UnB, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Campus Universitário, Asa Norte, Brasília – DF, CEP: 70910-900  
[cvillanueva@unb.br](mailto:cvillanueva@unb.br)

## **Sadek C. Absi Alfaro**

Brasilia University – UnB, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Campus Universitário, Asa Norte, Brasília – DF, CEP: 70910-900  
[sadek@unb.br](mailto:sadek@unb.br)

## **Alberto J. Álvares**

Brasilia University – UnB, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Campus Universitário, Asa Norte, Brasília – DF, CEP: 70910-900,  
[alvares@AlvaresTech.com](mailto:alvares@AlvaresTech.com)

***Abstract.** Nowadays, the control of the automatic guided vehicles (AGV), is based on the study of different navigation existing techniques. Those utilize different kinds of sensors (infrared, ultrasound, tactile, vision, etc) as part of the equipment included in the mobile robot carrying out their tasks of movement and control since an initial position to a defined final position.*

*The main contribution of this work is developing a navigation technique based on a vision system, by integrating a mobile robot to a flexible manufacturing cell (FMC), that is being implemented on the GRACO – UnB laboratory. On the mobile robot, working as an automatic guided vehicle (AGV), are shown, as well, the advantages and disadvantages of this kind of navigation.*

*The system of proposed navigation is building up for five main modules: The first module is images capture module in RGB format through the Matrox Meteor board. The second module of pre-processing, carries out the processing of the captured images through the application of computational vision algorithms. The third is the line points extraction module, to extract from the image the most important points of the scene as is in the case of the slope line tracking calculation and comparing it with the minimum permitted errors in the tracking line. The fourth module of signs recognition through the utilization of algorithms based in neural nets; and finally the fifth module of control.*

***Keywords.** Computational Vision, Neural Network, FMC, AGV.*