

ADAPTACIÓN DE SENSORES VIRTUALES PARA DISTANCIA EN UN SIMULADOR DE ESCENARIOS PARA LA BÚSQUEDA DE RUTAS EN ROBÓTICA MÓVIL

Adaptation of virtual sensors for distance in a simulator scenarios search for route in mobile robotics

RESUMEN

Este artículo presenta el desarrollo de un sensor virtual para distancia, el cual se incorpora en un robot de software aplicado en un simulador de escenarios para la búsqueda de rutas en robótica móvil.

El sensor virtual se implementa con características semejantes a un sensor físico, para este propósito se tomaron las características de un sensor de proximidad, el cual entrega una variable que depende de la distancia al objeto percibido.

PALABRAS CLAVES: Escenario, Móvil, Robótica, Sensor, Simulador.

ABSTRACT

This article presents the development of a virtual sensor for distance, which is incorporated into a software robot simulator implemented in stages to search for routes in mobile robotics.

The virtual sensor is implemented with characteristics similar to a physical sensor for this purpose took on the characteristics of a proximity sensor, which delivers a variable that depends on the distance to the object perceived.

KEYWORDS: Mobile, Robotics, Scenario, Sensor, Simulator.

ALEJANDRO GONZÁLEZ OSPINA

Ingeniero Industrial.

Universidad Tecnológica de Pereira
Especialista en administración de sistemas informáticos.

Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales.
Candidato a Magíster en Instrumentación Física.
Universidad Tecnológica de Pereira
softwaresalud@hotmail.com

HUGO BALDOMIRO CANO GARZÓN

Ingeniero Electricista.

Universidad Tecnológica de Pereira
Especialista en Gerencia de Tecnología.

Convenio de La Escuela de Administración de Negocios y la Universidad Tecnológica de Pereira
Candidato a Magíster en Instrumentación Física.
Universidad Tecnológica de Pereira
Profesor Catedrático Asistente.
Universidad Tecnológica de Pereira
hbcano@utp.edu.co

OMAR ENRIQUE CASTRO HERNÁNDEZ

Ingeniero Electricista.

Universidad Tecnológica de Pereira.
Candidato a Magíster en Ingeniería Eléctrica.
Universidad Tecnológica de Pereira.
Profesor Asistente Departamento de Física.
Universidad Tecnológica de Pereira.
ramo@utp.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que los sensores virtuales serán incorporados a un agente de software (Softbot), en el simulador de escenarios para la búsqueda de rutas en robótica móvil, y que su desarrollo esta descrito en el artículo publicado en la revista Scientia et Technica Año XV, No 41, Mayo de 2009, página 237, donde se maneja un espacio en dos dimensiones, en el cual se pueden representar elementos del mundo físico como son: puertas, paredes, sillas, el propio robot y demás figuras que se deseen; el desarrollo de los sensores tendrán como soporte todo el diseño y los algoritmos usados en dicho aplicativo.

Al tener el diseño del simulador como parte del análisis de búsqueda de ruta en un escenario, la dotación del softbot con sensores le permitirá navegar y buscar una

ruta apropiada desde una posición inicial a una posición final dentro del escenario.

La forma como funciona el simulador y la incorporación al softbot de ocho (8) sensores direccionales de proximidad, ubicados a intervalos de 45°, tal como se muestra en la Figura 1, será un recurso que le permitirá al softbot percibir el ambiente y posibles cambios que se den de forma dinámica al momento de navegar en pos de la meta.

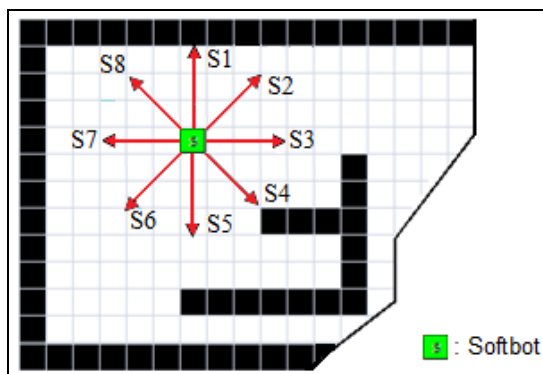


Figura 1: Direccionamiento de los sensores

A medida que el softbot con sensores se desplaza van quedando al descubierto zonas que antes estaban ocultas tras obstáculos, fuera del ángulo de visión, o que simplemente no eran visibles por limitaciones en el alcance de los sensores, de tal forma que integrando la información percibida durante el desplazamiento se puede realizar un plano del escenario.

Para el caso de los sensores de proximidad, las lecturas que un sensor real entrega, corresponden a voltajes en función de la distancia que exista entre el sensor y el obstáculo que produce el rebote de la señal; lo que al emular por software, permite registrar directamente en una tabla las coordenadas (X_j, Y_j) de los puntos donde haya interferencia (obstáculo).

Igualmente el usuario puede variar el alcance de los sensores de forma arbitraria, con el propósito de verificar la incidencia del alcance en la calidad de la solución y/o la rapidez con que dicha solución es encontrada.

Por otra parte, la “recolección de datos” es de manera permanente puesto que el agente está en movimiento y cada que exista dicho movimiento habrá cambio de coordenadas y por tanto las distancias cambiarán.

2. MODELO FÍSICO DE LOS SENSORES

Existe una amplia gama de dispositivos diseñados para percibir la información externa de una magnitud física y transformarla en un valor eléctrico que sea posible introducir al circuito de control, de modo que el robot físico sea capaz de cuantificarla y reaccionar en consecuencia. En general, los sensores pueden compararse a los receptores de los órganos sensoriales, que también realizan la conversión de valores físicos, por ejemplo la luz, el calor o el sonido a una sensación neurofisiológica[1].

Los sensores tienen unas propiedades que se deben tener en cuenta en cualquier desarrollo y son:

- ✓ La velocidad de operación: Se refiere a la velocidad a la que el sensor genera nuevas medidas. Esto hace

que unos sensores sean apropiados para trabajar en tiempo real y en continuo, y otros sólo se usen en momentos muy específicos.

- ✓ El costo: Es una barrera a la hora de fabricar un robot, ya que el precio de los sensores es una parte importante del costo total del robot.
- ✓ Tasa de error: Incluye el número de medidas erróneas que da un sensor, el error medio de medida y el número medio de medidas perdidas.
- ✓ Robustez: Se refiere a la tolerancia que tiene un sensor a cambios en el medio de funcionamiento.
- ✓ Requerimientos computacionales: Este aspecto es otra barrera a la hora de fabricar un robot, ya que los sensores que requieren gran capacidad computacional obligan a unas prestaciones mínimas en el robot, de las que puede no disponer. Este aspecto suele ir unido al costo y la velocidad de operación.
- ✓ Potencia, peso y tamaño: Son aspectos muy importantes a tener en cuenta, ya que influyen en la autonomía y el tamaño del robot.

Para lograr una buena capacidad de adaptación, lo primero que necesitan los robots es tener conocimiento del entorno. Esto es absolutamente clave, para conocer el entorno, en los seres vivos se dispone de un sistema sensorial, los robots no pueden ser menos, deben poseer sensores que les permitan saber dónde están, cómo es el lugar donde se encuentran, a qué condiciones físicas se enfrentan, dónde están los objetos con los que deben interactuar y algunos otros sus parámetros físicos.

A continuación se explican los sensores más utilizados en un robot móvil, atendiendo a la clasificación anteriormente mencionada.

2.1 SENSOR BASADO EN ULTRASONIDO

Los sensores de ultrasonido son una tecnología de medida activa en donde se emite una señal ultrasónica en forma de pulso, para posteriormente recibir el reflejo de la misma o eco. Se pueden explotar diferentes aspectos de la señal reflejada: el tiempo de vuelo o la atenuación.

Los sensores de ultrasonido están formados por una cápsula emisora y otra receptora situada al lado de la emisora o bien por un transductor que actúa de emisor y receptor. En los robots móviles se suelen montar en la periferia, de forma que los sensores se encuentren separados a intervalos uniformes a lo largo del contorno del robot. Esto se hace así porque estos sensores son baratos. Una estrategia alternativa es colocar un sensor

montado en una plataforma rotatoria, obteniendo así un barrido de 360°.

La forma estándar de usar un sensor ultrasónico es dar un impulso corto, pero de gran voltaje y a alta frecuencia, a la cápsula emisora para producir una onda ultrasónica. Si la onda ultrasónica viaja directamente contra un obstáculo, rebota, y vuelve directamente hasta el receptor. La distancia que hay entre el sensor y el objeto es la mitad de la distancia que ha recorrido la señal y se calcula:

$$D = (1/2)ct$$

Donde D es la distancia al objeto, c es la velocidad del sonido en el aire, y t es el tiempo que tarda la señal desde que se emite hasta que se recibe.

2.2 SENSOR BASADO EN EL ESPECTRO INFRARROJO

Se incluyen en esta sección los sensores de infrarrojo y láser. A través de estos sensores se pueden estimar las distancias a las que se encuentran los objetos en el entorno. Hay diferentes métodos para medir la distancia a un objeto:

Triangulación: usa relaciones geométricas entre el rayo de salida, el de entrada y la posición del sensor. Como se muestra en la Figura 2, cuanto mayor sea el ángulo “a”, mayor será la distancia al objeto.

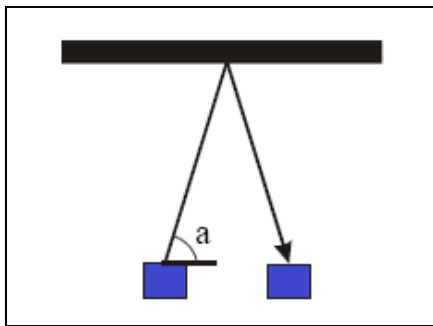


Figura 2: Medición del sensor

Tiempo de vuelo: Mide el tiempo que transcurre desde que sale el rayo de luz hasta que se recibe, después de haber rebotado en un objeto. La exactitud que se obtiene con estos sensores es muy elevada, debido a que son muy direccionales al ser muy pequeña su longitud de onda. La distancia máxima de medida depende de la potencia que se aplica al rayo de salida.

Se suele montar un solo láser en una plataforma móvil (pan-tilt), o con un espejo móvil que permita direccionar la señal a diferentes zonas del entorno, debido a que son

caros. Los sensores de infrarrojo se suelen montar de forma similar a los sensores ultrasónico.

Las ventajas de este tipo de sensores se pueden resumir en:

- El láser puede generar un millón de medidas en un segundo [Everet95], con una precisión de milímetros en medidas de 30 metros. Son sensores ideales para medidas de profundidad, ya que el ángulo de medida es infinitesimal en un láser y muy pequeño en los sensores de infrarrojo.

Por otro lado existen un conjunto de desventajas muy importantes:

- En el caso del láser el precio es muy elevado. El consumo del láser es elevado para llegar a obtener medidas de 30m. Al ser tan direccionales no detectan obstáculos ni por encima, ni por debajo del plano horizontal de medida.
- En el caso de los sensores de infrarrojo las medidas de profundidad son muy limitadas (típicamente < 80 cm).

2.3 SENSOR DE APROXIMACIÓN

Los sensores de proximidad suelen tener una salida binaria que indica la presencia de un objeto dentro de un intervalo de distancia especificado. En condiciones normales, los sensores de proximidad se utilizan en robótica para un trabajo en campo cercano para agarrar o evitar un objeto. Cualquier sensor para medir distancia se puede usar como sensor de proximidad.

2.4 SENSOR BASADO EN FOTODIODOS

Los sensores de luz visible y de infrarrojos cubren un amplio espectro de complejidad. Las fotocélulas se encuentran entre los más sencillos de todos los sensores para hacer su interfaz con el microprocesador, y la interpretación de la salida de una fotocélula es directa. Las cámaras de vídeo, por el contrario, requieren una buena cantidad de circuitería especializada para hacer que sus salidas sean compatibles con un microprocesador.

Los sensores de luz posibilitan comportamientos de un robot tales como esconderse en la oscuridad, jugar con un flash, y moverse hacia una señal luminosa. Los sensores de luz simples son fotorresistencias, fotodiodos o fototransistores. Las fotorresistencias son simplemente resistencias variables con la luz en muchos aspectos parecidos a los potenciómetros, excepto en que estos últimos varían girando un botón. Los fototransistores dan mayor sensibilidad a la luz que las fotorresistencias. El fototransistor es básicamente un transistor con la

corriente de base generada por la iluminación de la unión base-colector (ver Figura 3). La operación normal del transistor amplifica la pequeña corriente de base.

Un fototransistor tiene una interfaz con un microprocesador casi tan fácil como el de una fotorresistencia.

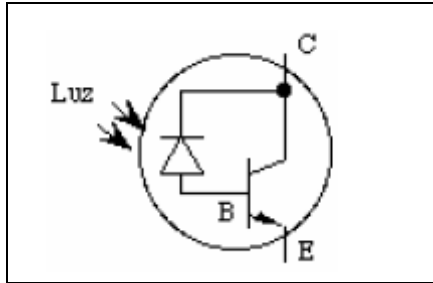


Figura 3: Fototransistor

3 EMULACIÓN VIRTUAL DE SENSORES EN SIMULADOR DE ESCENARIOS

Los sensores virtuales tratan el escenario en forma simplificada, es decir, tendrán un alcance fijo, por ejemplo 10 UMR, y estarán posicionados como se mencionó anteriormente alrededor del softbot en las ocho posiciones de movimiento (a intervalos de 45°).

Los sensores virtuales producen una tabla como la mostrada en la Figura 4. Cada renglón corresponde a una posición distinta del softbot descrita por los campos PosX y PosY, y las lecturas de todos y cada uno de los ocho sensores.

SIRUM: Búsqueda de rutas en robótica móvil...																	
PosX	PosY	S01x	S01y	S02x	S02y	S03x	S03y	S04x	S04y	S05x	S05y	S06x	S06y	S07x	S07y	S08x	S08y
11	12	11	1	14	9	22	12	23	24	11	24	1	22	1	12	1	2
18	12	18	9	21	9	22	12	22	16	18	24	6	24	6	12	15	9
20	12	20	9	22	10	22	12	22	14	20	24	8	24	8	12	17	9
21	10	21	9	22	9	22	10	22	11	21	22	9	22	9	10	20	9
21	11	21	9	22	10	22	11	22	12	21	23	9	23	9	11	19	9

Figura 4: Ejecución Contenido de la tabla Cp006_03.dbf

La tabla de anterior corresponde a algunas mediciones de los sensores en el ambiente del escenario de ejemplo, en el que el softbot parte de la posición X=11 y Y=12.

El primer renglón de la tabla establece que PosX=11 y PosY=12. Así mismo, el sensor número uno presenta un hallazgo en S01x=11 y S01y=1, lo que se puede corroborar a simple vista. El mismo análisis para los sensores en las direcciones 2 a 8 (Ver Figura 5).

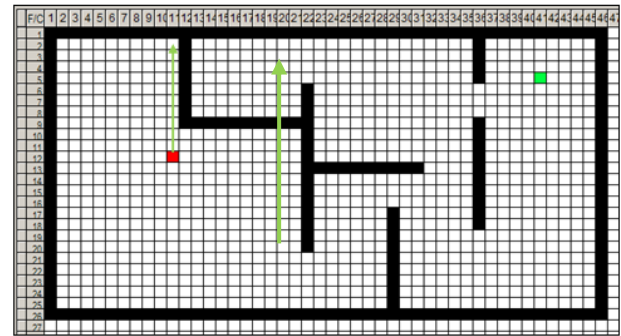


Figura 5: Disposición de los sensores virtuales

El sensor virtual construido computacionalmente es del tipo de proximidad, para lo cual se usa una estructura FOR_NEXT. A continuación se muestra a manera de ejemplo parte del algoritmo, para el caso del sensor virtual “S3” en la Tabla 1. El sensor virtual opera haciendo un barrido direccional de celdas. A continuación se muestra y explica el programa emulador del sensor “S3”.

Como resultado se podría tener un mensaje reportado por el sensor S3 así:

“Muro en la posición (X0013,Y0005)”, la distancia estará dada por $D = k - k_{in}$ en UMR

Un sensor virtual se comportara según se programe, lo que supone una gran ventaja al momento de trasladar la caracterización de un sensor real a su correspondiente simulado.

CODIGO FUENTE	EXPLICACION DE LA LINEA / COMANDO (Comentario)
<code>K_inicial = 12</code>	// Define la posición inicial de escaneo del sensor.
<code>NGrande = Alcance_sensor</code>	// Depende del sensor emulado.
For K = K_inicial To NGrande	// Busca en todas las celdas
Do Case	// Define la columna
<code>Case K <= 9</code>	
<code> xCol = "X000" + Str(K,1)</code>	// Cuando K = 3, xCol = "X0003"
<code>Case K <= 99</code>	
<code> xCol = "X00" + Str(K,2)</code>	
<code>Case K <= 999</code>	
<code> xCol = "X0" + Str(K,3)</code>	
OtherCase	
<code> xCol = "X" + Str(K,4)</code>	
EndCase	
<code>xLectura = &xCol</code>	// Se refiere al contenido de la columna "X0003", registro 4.
Do Case	// Comienza el análisis de posibles hallazgos.
<code>Case xLectura = "NG"</code>	// Si el contenido de la celda en la tabla Cp006_01.dbf es "NG", se sale del ciclo de escaneo porque se trata de un muro.
Exit	
<code>Case xLectura = ""</code>	// Si la celda está vacía, continúa con el escaneo.
<code> *continuar...</code>	
<code>Case xLectura = "S1##"</code>	// Señal que indica que en esa celda (posición), se encuentra la meta
Exit	

OtherCase	// Para casos no previstos.
<code>Situación no prevista...</code>	
EndCase	

Next K	// En este caso, ir a la siguiente celda.

Tabla 1: Algoritmo para emular un sensor

4 LIMITACIONES DEL SENSOR

Básicamente los sensores virtuales están limitados por el alcance, y es el usuario quien lo establece y decide si lo aumenta o lo reduce; sin embargo, tendrá una distancia mínima establecida por default en UMR.

Dado que los sensores son virtuales, se podrán emular desde el punto de vista del alcance, con las siguientes dos características:

- Limitados en alcance: Sólo llegan hasta un objeto / obstáculo que le impiden “ver” más allá.
- Penetrantes: Sólo están limitados por el alcance que se les programe.

Por considerar el simulador que los objetos son sólidos, no se aplica la función de sensores penetrantes, como se podría tener en el mundo real para situaciones donde se presentan vidrios en el ambiente y sensores laser.

El escenario se trata como uno de tipo simplificado en dos dimensiones (2D), por tanto no existirán condiciones que afecten los sensores como sucede en el mundo real, tales como el ruido, la temperatura y otros factores que determinan la precisión y confiabilidad del sensor.

Se aclara, que en sí misma la idealización del ambiente no es de ninguna manera una desventaja del simulador, sino por el contrario, permite gradualmente ir adicionando características como sería la introducción de un generador de ruido simulado, de tal forma que afecte el ambiente y poder planear y diseñar modelos de manejo del ruido.

5. CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

Los sensores virtuales pueden ser ajustados en el escenario con características diversas, entre ellas avance y alcance dependiendo de las necesidades de aplicación. Lo anterior permite el manejo de diferentes variables que el usuario del aplicativo puede ajustar.

Un escaneo virtual (tarea del sensor) de las celdas y la codificación en ellas contenidas, no será otra cosa que la realización de ciclos computacionales tipo For_Next o Do_While_End Do, mediante los cuales se recorren las tablas (capas) de representación, permitiendo ejecutar las acciones de un sensor físico.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Inteligencia Artificial, Un enfoque moderno
Russell y Norvig, Ed. Prentice Hall.

[2] Sensores para la técnica de manipulación de procesos. Festo Didactic Página 11

[3] Revista PC PRO Número 35 Página 74

[4] Inteligencia artificial y minirobots
Delgado, Alberto. Ed. ECOE