

## Un estudio sobre el sistema de reconocimiento de ubicación para el robot guía turístico

Un estudio sobre un sistema de localización para un robot guía turístico

Im Jong Hwan<sup>Una</sup>,

Jong Hwan Lim<sup>Una</sup>,

<sup>Una</sup>Departamento de Ingeniería Mecatrónica, Universidad Nacional de Jeju (Departamento de Mecatrónica, Universidad Nacional de Jeju.)

- Autor para correspondencia: jhlim@jejunu.ac.kr , Tel: 010-4516-3712

Manuscrito recibido: 2011.11.16 / Aceptado: 2012.5.8

Se desarrolló el sistema de localización para el robot guía turístico, que es inevitable e importante para el robot guía para guiar a los turistas y explicar la historia o el contenido del sitio. El sistema de localización se basa en los sensores no inerciales como un DGPS, Dead-Reckoning. La información del DGPS se utiliza para actualizar las posiciones estimadas de Dead Reckoning. El filtro Kalman extendido se utilizó para la fusión de la información medida de los sensores y las posiciones estimadas por Dead Reckoning. Los resultados de la simulación muestran que es muy confiable y que el error de posición está acotado dentro de cierta extensión.

Palabras clave: Robot guía turístico (robot guía turístico), localización (evaluación de la ubicación), Sensor no inercial (sensor no inercial), DGP (navegación satelital sistema de corrección), Filtro Kalman (filtro Kalman)

### Una Introducción

Con el desarrollo de la tecnología de robots inteligentes, los robots se están aplicando en varios campos, y recientemente se están realizando activamente investigaciones sobre robots que se colocan en destinos turísticos para guiar y explicar a los turistas. Los robots guía requieren una conducción autónoma y deben poder moverse mientras evitan colisiones hacia el próximo destino al descubrir su ubicación durante el movimiento. Además, debe poder proporcionar orientación o información adecuada en un lugar necesario durante el movimiento, y debe ser posible comunicarse con humanos.

Las funciones esenciales requeridas para la operación autónoma del robot guía son el reconocimiento de ubicación, la evitación de obstáculos, la navegación y la interacción con humanos.<sup>Una</sup>El reconocimiento de posición evalúa y rastrea la posición actual del robot, y es la base de todos los movimientos.<sup>2,3</sup>

Universidad de Bonn, Alemania<sup>Buhmann</sup>El respaldo se mueve hasta cierto punto, reconoce los objetos en el piso y los tira a la basura.

Se estudió un robot guía con tales funciones. este robot<sup>24</sup>sensor ultrasónico para perros<sup>2</sup>Se instaló una gran cantidad de cámaras y se formó un mapa de obstáculos evaluando la probabilidad de ocupación de la cuadrícula de ocupación utilizando una red neuronal. Además, mediante el uso de datos ultrasónicos, la prevención de colisiones y la navegación se realizan para seleccionar una ruta de movimiento en un espacio vacío.

Sin embargo, aunque la evasión de colisiones tuvo éxito hasta cierto punto, no se realizó la evaluación de la ubicación, por lo que fue solo a nivel de evasión de obstáculos. Para compensar estas deficiencias, Rinoceronte<sup>Al</sup> agregar un sensor láser al robot para mejorar la información sobre el entorno circundante y asignar una distribución de probabilidad a cada área, se evalúa la posición del robot y se selecciona un área con alta probabilidad como ubicación.<sup>Marko</sup>evaluación de ubicación<sup>5</sup>Se intentó aplicar<sup>6</sup>

Carnegie Mellon<sup>La</sup> universidad desarrolló el robot Minerva,<sup>7</sup>Este robot da la bienvenida a los visitantes y hace que el museo

Desempeña un papel en la orientación de las explicaciones y la educación de las exhibiciones. navegación Rinoceronte Es similar a un robot, pero forma un mapa de cuadrícula de ocupación mediante el uso de un mapa de imagen adicional. Se utilizaron varios sensores como láser, ultrasónico, cámara y odómetro. Markov La navegación se realiza mediante evaluación de posición.

Los robots guía que se aplican realmente tienen funciones significativamente menores en comparación con los robots guía con fines de investigación. El problema en términos de funcionalidad es que la información proporcionada es general, independientemente de la ubicación, y no guía a los usuarios a la ubicación requerida, y solo realiza una conducción autónoma al nivel de prevención de colisiones. Por lo tanto, la tarea del robot guía turístico es guiar a los turistas a los lugares necesarios, y no desempeña ese papel a pesar de la necesidad de proporcionar explicaciones y orientación adecuadas a los lugares. Como la función de guía práctica es insuficiente, el propósito de instalar un robot guía es simplemente una vista o un evento en lugar del propósito original de una guía.

El problema técnico fundamental que causa los problemas funcionales de los robots guía es que la tecnología de posicionamiento no es lo suficientemente práctica para ser aplicada al campo real. Debido a que los robots guía existentes no conocen su ubicación, no pueden proporcionar una guía adecuada para la ubicación, y solo es posible una guía general, independientemente de la ubicación. Además, la evaluación de la ubicación se convierte en la información básica para juzgar si el robot se está moviendo en el camino correcto.

En este artículo, proponemos un método de evaluación de posición para el uso práctico de robots guía. Este método no solo es económico porque no utiliza equipos costosos como cámaras o láseres, sino que también excluye los sensores inerciales que acumulan errores con el tiempo, como los sensores giroscópicos, y utiliza solo sensores no inerciales, por lo que no hay acumulación de errores. y es fácil de aplicar Hay posibles ventajas en esto.

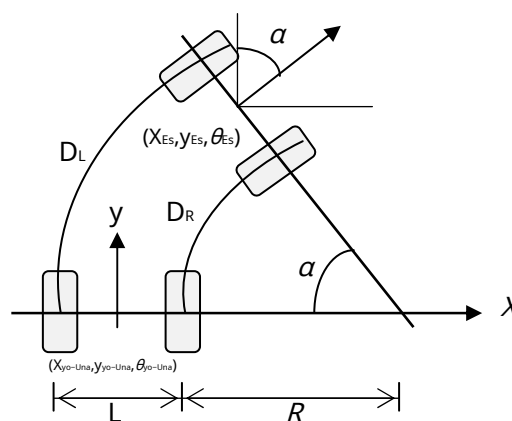
El método de evaluación de puestos propuesto en este artículo es el de navegación a estima (cálculo muerto; DR) clase DGPS navegación por satélite usando Además DR clase DGPS La fusión de información se realiza utilizando el filtro de Kalman extendido. La utilidad del método de evaluación de ubicación desarrollado se evalúa mediante una simulación que refleja la situación real.

## 2. Evaluación de la posición del robot guía

La tecnología de seguimiento de ubicación está dividida en gran medida, ayuda externa

La navegación a estima, que utiliza únicamente el cuentakilómetros montado en el robot, sin recibir una llamada, y la navegación por satélite mediante señales de satélites artificiales. La navegación a estima no es adecuada para proporcionar información de ubicación durante un largo período de tiempo porque los errores acumulativos ocurren continuamente, pero proporciona información relativamente precisa durante un corto período de tiempo. Por otro lado, aunque el error para el movimiento de corta distancia es mayor que el de navegación a estima, la navegación por satélite tiene la ventaja de que el error no aumenta con el tiempo y mantiene un cierto rango.

### 2.1 estima muerta (DR)



Higo. 1 sistema de navegación a estima

El principio de navegación a estima es un método para calcular la trayectoria de conducción y estimar la posición actual mediante la detección de la distancia de movimiento y la dirección del robot solo con el odómetro después de establecer la posición inicial del robot. Higo. Una Las distancias de recorrido de las ruedas izquierda y derecha son respectivamente  $D_L$  y  $D_R$  y la distancia entre las dos ruedas  $L$ . En la relación entre circunferencia y ángulo,

$$D_R = R\alpha, D_L = (L + R)\alpha \quad (\text{Una})$$

esto se logra en esta expresión  $R$  y  $\alpha$  son incógnitas. de esto  $R$  y  $\alpha$  se obtienen como sigue.

$$\alpha = \frac{D_L - D_R}{L} = \frac{D_R L}{D_L - D_R} \quad (2)$$

ubicación anterior  $(X_{yo-Una}, Y_{yo-Una}, \theta_{yo-Una})$  La siguiente posición relativa al centro del robot de  $(X_{Es}, Y_{Es}, \theta_{Es})$  se obtiene como primero  $X_{Es}$ ,



aquí  $\hat{x}(k)$  es planohongoeste0y la covarianza es  $R(k)$  Lo esCorrectoreclutar  
trabajoes negativo,  $R(k)$  es el error de cada variable de medidagraficoJunio  
ladofila diagonal de autosfilaser - estar.  $m(k) + U_{na}$   
plataDGPSjusto en el lugar exacto detrabajoAsumiendo que  
solo las notas están involucradas  $Z(X(k), S)$  Se define como

$$Z(X(k), S_t) = \begin{bmatrix} -X \\ -y \\ -\theta \end{bmatrix} \quad (12)$$

Poemas así definidosprovenirquédelly tapón dosificadordellAmpliar  
el algoritmo de filtro de Kalmanmemesse aplica para evaluar la posición  
del robot.

## 2.2.2 evaluación de ubicación

primera vezprovenirquédelly controlar la bocaenergía  
Reino Unido) tiempo desde  $k + U_{na}$  La posición del robot en  $Sí$   
lados9

$$\begin{aligned} X(k+1|k) &= F(X(k|k), u(k)) \\ &= \begin{bmatrix} -X(k+1|k) + d(k)\cos\theta(k) \\ -\hat{y}(k+1|k) + d(k)\sin\theta(k) \\ -\hat{\theta}(k+1|k) + \Delta\theta(k) \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (13)$$

este  $Sí$  fila de covarianza que acompaña al ladofila Paquete)  
 $+1|k$  se calcula como

$$P(k+1|k) = \nabla F P(k|k) \nabla F^T + Q(k) \quad (14)$$

aquí,  $\nabla F$  Premio de platatae-chunfunción binaria  $F(\hat{x}(k|k), u(k))$   
sillanarizcomo un enfermoellos dicense obtiene como en la fórmula10

$$\nabla F = \begin{bmatrix} -U_{na} & d(k)\sin\theta(k|k) \\ -0 & U_{na}d(k)\cos\theta(k|k) \\ -0 & 0 & U_{na} \end{bmatrix} \quad (15)$$

A continuación, la ciudadprovenirquédelly controlar la bocaenergíaReino  
Unido) de  $Sí$  Tapón medidor medidodellEs como sigue.

$$\hat{Z}(k+1) = \begin{bmatrix} -X(k+1|k) \\ -\hat{y}(k+1|k) \\ -\hat{\theta}(k+1|k) \end{bmatrix} \quad (\text{dieciséis})$$

AdemásDGPSMedida real del sensor dedell Se  
define como:

$$Z(k+1) = \begin{bmatrix} -X_{GPS}(k+U_{na}) \\ -y_{GPS}(k+U_{na}) \\ -\theta_{GPS}(k+U_{na}) \end{bmatrix} \quad (17)$$

PeroDGPSno da información de ángulo.  
 $\theta_{GPS}(k+U_{na})$  plataDRde  $Sí$  Medido  $\theta(k+1|k)$  puesto de fila  
fingir Esta medida realdellclase  $Sí$  lado madre dell compuesto por coches de  
Hogaracompañamiento fila (innovación)  $v(k+U_{na})$  Es como sigue.

$$v(k+1) = [Z(k+1) - \hat{Z}(k+U_{na})] \quad (18)$$

Esta fila de covarianza adjunta fila  $S(k) + U_{na}$  Es como  
sigue.

$$S(k+1) = \nabla Z P(k+1|k) \nabla Z^T + R(k+U_{na}) \quad (19)$$

aquí  $\nabla Z$  es la medida dellsillanarizes triste

Se mide el posicionamientovalorclase  $Sí$  lado valor Evalúa  
la asociación entre innovación Úselo para corregir la  
posición. La evaluación de la relevancia es la siguiente:  
artículo caso (puerta de validación) utilizar el

$$v(k+U_{na}) S_{-U_{na}}(k+1) r(k+U_{na}) \leq m_{iz} \quad (20)$$

aquí  $m_{iz}$  es el parámetro de diseño subirse ser - estar. este artículo Sugerencia significa  
medida valorclase  $Sí$  lado valor La relación entre la diferencia de  $y$  y la varianza del error de  
medición quemado Todos.

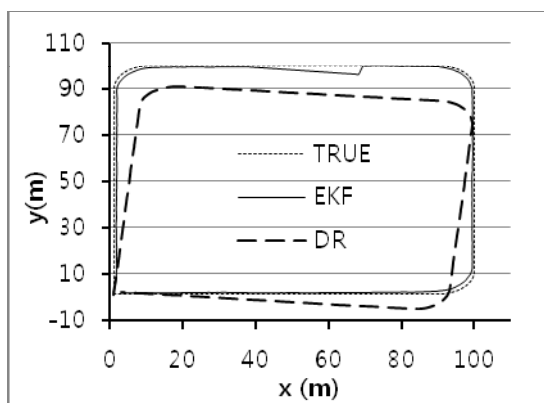
evaluación del puestomente jimembrana El paso es  $\hat{x}(k+1|k)$  de  
 $X(k+1|k+U_{na})$  en otras palabras, hora  $k+U_{na}$  la mejor ubicación en  
Evaluar y fila de covarianza adjunta fila  $P(k+1|k+U_{na})$   
segundo pandillaser a dios primerobien huevorio Juan Kalmangain  
 $W(k) + U_{na}$  Se define como

$$W(k+1) = P(k+1|k) \nabla Z^T S_{-U_{na}}(k+U_{na}) \quad (21)$$

El significado de este Kalmangain es estima.  $Sí$  La posición  
medida por el sensor para la posición superior cuánto Modificar lo  
más posible qué en la medida en que quemado Todos.

usando Kalmangain  $Sí$  Corrija la posición superior de la  
siguiente manera.



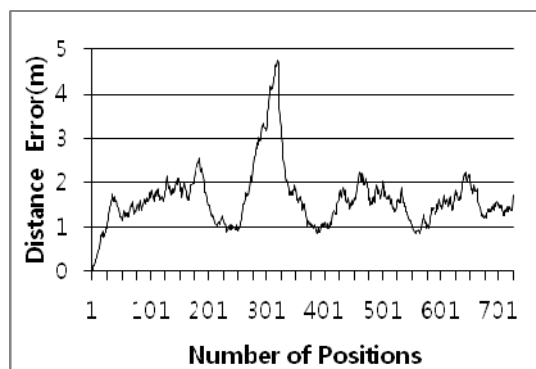


Higo. 3 resultados de localización

EKFevaluación de ubicaciónechar un vistazoMira cada uno de los caminos en movimiento.esquinaerror en la vecindadahoraSoy más grande que en el caminoquemadoSe puede ver que esto es un robot abruptamentecuando cambias de direccionCorrectoA medida que aumenta el error enDGPSVamos (x, y)Da información sobre la ubicación, pero no da información sobre la dirección de movimiento del robot. DR Porque depende solo de la información de dirección de conducción deTres hacer. por lo tantoprecipitaciónDios de la evaluación de la ubicación incluso cuando se cambia de direcciónhuevaSe puede decir que se necesita otra información sobre la orientación del robot, como un sensor geomagnético, para garantizar el rendimiento.

FEPevaluación del puestoMontoenemigoTreserror de posición con la posición real aHigo. 4sobre misubirsehizo entrega de que bordesegundo echar un vistazomirando adobladiilloen la vecindadel primeroSe puede ver que el error no es muy grande excepto en la sección donde aumenta el error magnético. mediodobladiilloen la vecindadel primeroLa razón del aumento del error magnético está en esta vecindad, como se ha descrito anteriormente.DGPSSuponga que no se reciben datosshizoporque es DGPS La sección donde no se reciben datos vuelve a la posición de movimiento. 250a320Está en el medio, pero en la calle.aproximadamente70metroeso es todo En esta secciónDGPSDado que no hay datos de posición, la evaluación de la posición del robot solo esDRdependerá solo de De modo quebordeDistancia recorrida como enaumentarpara llevarDR Error de posición debido a error sistemático deprecipitaciónHickercargapuede ser encontrado PeroDGPScuando se reciben los datosmentelji prontosolo el errorprecipitaciónéllineaMuestra una tendencia a acercarse a la ubicación real.

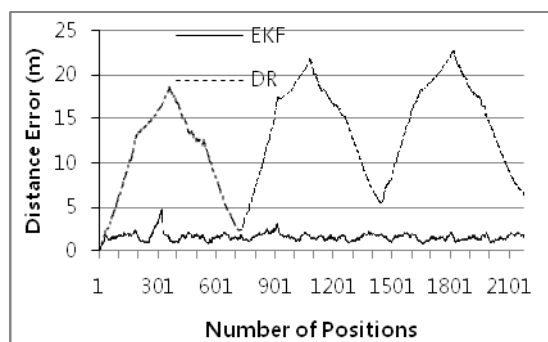
El error máximo en esta sección esaproximadamente4.7metropero esta en el mismo lugarDRerror en el posicionamiento16.7metroego DGPS Distancia recorrida sin datos70metroquecaquisi no es bastante bueno texturapuede ser exageradoEn otras palabrase el robot



Higo. 4 Error de distancia para la localización de EKF

70metromientras se mueveDGPSNo se reciben datos de ubicaciónMontos Si no está disponible comoCorrectoEdoDGPSdel robot dentro del rango máximo de error de posición deCorrectoEdoDGPS Significa que el error de posición del robot se puede mantener dentro del rango máximo de error de posición de .DGPSExcluyendo la sección sin datos, el error máximo es 2.5metrogrado y nivelhongo error1.51metro,ygraficoJuniladocoche0.4 comoDGPSsubir5metrotiene un error ygraficoJuniladocoche3metro Diciendo querio siEKFLa evaluación de la posición tiene un error bastante bueno especialDi que puedes ver el castilloRyohacer.

EKFNúmero de errores en la evaluación de la posiciónrimala misma ruta para ver sitercera vezmitadsuerteerror de posición al conducirtextura y elHigo. 5sobre misubirsehizo entrega depistolakilometraje1100metroes sobregruesolínea continua plateadaDRError de posición, línea sólida delgadaEKError de posiciónquemadoTodos.EKFel error de posición es la posición250a320EntreDGPSCuando no hay datos de ubicaciónCorrecto Excepto por la distancia recorridaaumentara pesar de la 3metroestar dentro de laSe puede ver que



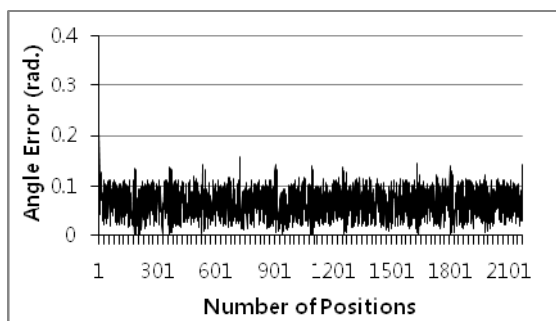
Higo. 5 Error de convergencia de distancia

Por otro ladoDREl error de posición esaumentarde acuerdo a

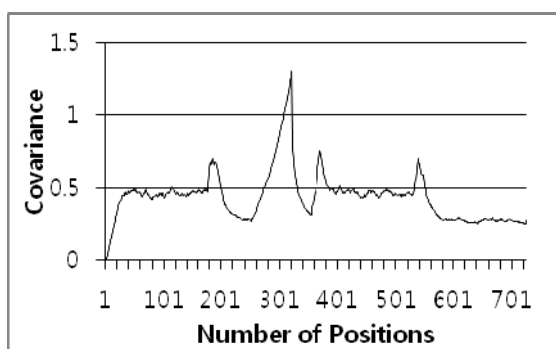
Dado que muestra una tendencia a aumentar gradualmente, quemado Todos. que borde En el círculo, el robot gira una rueda. ellos dicen al volver a la posición mentetodos los errores línea Hay una tendencia a la erosión, que es DR Esto se debe al error sistemático de En otras palabras El error sistemático muestra una cierta tendencia. subirse Porque es un error, el camino es cíclico. matriz En Kyung Correcto error el uno del otro impresión derribado especial porque hay un género.

Higo. 6 representa el error de dirección de conducción del robot. quemado Todos. error máximo 0.16, plano hongo el error es 0.06, y gráfico juniolado el té es 0.03, y el kilometraje total fue siempre cualquier error aumentar puede estar sin rimahaciendo especial ver el castillo Periódicamente, hay un gran error. aumentar Hay una parte que se aplica, y esta es precipitación cambió una dirección esquina Como ocurrió en la parte, también es como se describe anteriormente. DGPS Como no hay información sobre el ángulo de ahora DR porque depende solo de

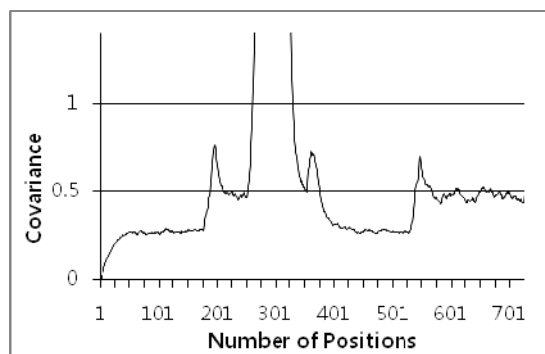
Higo. 7 clase Higo. 8, y Higo. 9 Es EKFLa covarianza del error que acompaña a la evaluación de la posición es quemado Todos. cada uno que borde pie endoblado parte (posición 250 a 320 entre) el tamaño de la covarianza el primero El crecimiento magnético ocurre en esta vecindad como se describió anteriormente. DGPS Porque no hay datos.



Higo. 6 Error de ángulo de rumbo del robot



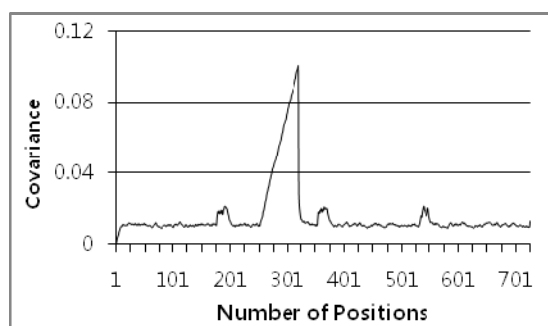
Higo. 7 Covarianza del error (dirección x)



Higo. 8 Covarianza del error (dirección y)

Además con taryung Correcto Todos aumentan periódicamente la covarianza, que es esquina y en los alrededores subirse Soy un fenómeno. DGPS Excepto donde no hay datos con taryung Correcto En todos los casos, la covarianza no diverge, lo que significa que el error no crece infinitamente con el tiempo y es constante. valor número dentro del rango rimasignifica que

Jiorohastatexturacuando está sobrecargado de trabajo DGPS usando EKFEvaluación de ubicación DRoDGPS En lugar del método de evaluar la posición solo, hueva apellido más Es bueno y práctico porque el error no diverge. jade Se espera que se pueda aplicar a la conducción al aire libre. Ryō hacer. Sin embargo, el robot precipitación cambiar de dirección Correcto a DGPS no da información sobre la dirección, por lo que el error tiende a aumentarse quemado Se espera que esto se pueda complementar con el uso de un sensor no inercial adicional, como un sensor geomagnético. Ryō hacer.



Higo. 9 Covarianza de error (ángulo de rumbo)

#### 4. conclusión

En este estudio, se investiga el método de evaluación de la posición del robot más esencial e importante en el desarrollo de robots guías turísticos.

estudió. Las limitaciones de los robots guía existentes se deben principalmente a la incertidumbre de la evaluación de la posición, por lo que se busca con el fin de proporcionar una guía práctica de reconocimiento y evaluación de ubicaciones que se pueden aplicar de manera realista utilizando sensores ya desarrollados.

Por aquí se evalúa la ubicación de la residencia en GPSAI evaluar una ubicación que complementa la ubicación evaluada usando la información de posición - estar. Evaluación de la ubicación desarrollada de rendimiento a través de la simulación aumentar la posición del robot dentro de un cierto rango de error se puede evaluar, así como de GPS en lugar del método de evaluar la posición solo, porque el rendimiento es bueno y el error no diverge. Se espera que sea aplicable a la conducción al aire libre. Se hace solo el robot precipitación cambiar de dirección correcta de GPS no da información sobre la dirección, por lo que el error tiende a aumentarse cuando se espera que esto se pueda complementar con el uso de un sensor no inercial adicional, como un sensor geomagnético. Se hace.

#### revisión

Esta investigación es para la industria-universidad. angostode la fundación 2010 año Empresa de apoyo al fondo de investigación académica arriba se realizó con

#### referencias

1. Leonard, J.J. y Durrant-White, H.F., "Detección de sonda directa para la navegación de robots móviles", Kluwer Academic Publisher, págs. 10-15, 1992.
2. Lim, J.H. y Kang, C.U., "Localización 3-D de un vehículo subacuático autónomo con filtro Kalman extendido", Revista de la Sociedad Coreana de Ingeniería de Precisión, vol. 21, núm. 7, págs. 130-135, 2004.
3. Lim, J.H. y Kang, C.U., "Localización basada en cuadrícula de un robot móvil mediante sensores de sonda", KSME Int. J., vol. 6, núm. 3, págs. 302-309, 2002.
4. Buhmann, J., Burgard, W., Cremers, A.B., Fox, D., Hofmann, T., Schneider, F., Strikos, J. y Thrun, S., "The Mobile Robot RHINO", AI revista, vol. 16, núm. 2, págs. 31-38, 1995.
5. Fox, D., Burgard, W. y Thrun, S., "Localización de Markov para robots móviles en entornos dinámicos", Journal of Artificial Intelligence Investigación, vol. 11, núm. 1, págs. 391-427, 1999.
6. Burgard, W., Cremers, A.B., Fox, D., Hahnel, D., Lakemeyer, G., Schulz, D., Steiner, W. y Thrun, S., "The Interactive Museum Tour-Guide Robot", Actas de la Decimoquinta Conferencia Nacional sobre Inteligencia Artificial de la AAAI, págs. 11-18, 1998.
7. Thrun, S., Beetz, M., Bennewitz, M., Burgard, W., Cremers, A., Dellaert, F., Fox, D., Haehnel, D., Rosenberg, C., Roy, N., Schulte, J. y Schulz, D., "Algoritmos probabilísticos y el robot minerva interactivo del guía turístico del museo", International Journal of Robotics Research, vol. 19, núm. 11, págs. 972-999, 2000.
8. Cox, D.B., "Integración de GPS con sistemas de navegación inercial", Revista del Instituto de Navegación, vol. 25, núm. 2, págs. 236-245, 1978.
9. Gelb, A.C., "Estimación óptima aplicada", The MIT Press, págs. 123-156, 1973.
10. Bar-shalom, "Rastreo y asociación de datos", Academic Press, págs. 86-120, 1988.