



Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado
Secretaría de Ciencia, Tecnología y
Posgrado

SISTEMA DE INFORMACION DE CIENCIA Y
TECNOLOGIA (SICyT)

FORMULARIO PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Código del Proyecto: CCUTIDN0005244TC

1. Unidad Científico-Tecnológica

FR Neuquén - DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRONICA - FRN

2. Denominación del PID

Análisis y Desarrollo de Modelos y Algoritmos de control de dispositivos robóticos en base al soporte de Tecnologías Inteligentes

3. Resumen Técnico del PID

El presente proyecto se realizará en función de dos líneas de investigación. La primera se basa en el estudio y aplicación de las diversas herramientas pertenecientes al campo de la matemática y la mecánica que permitan abordar la investigación y el desarrollo de diferentes modelos matemáticos, mediante los cuales se obtienen los modelos cinemático y dinámico para diferentes tipos de manipuladores robóticos industriales. El objetivo fundamental de estos modelos es establecer aquellas estrategias de control del robot que redunden en una mayor calidad de sus movimientos; en este sentido, un estudio detallado de los controladores de robots más representativos proporciona mayores posibilidades de que las trayectorias seguidas por el robot $q(t)$, presenten el mayor grado de similitud a las trayectorias que se obtuvieron para el dispositivo. Muy importantes son los modelos de control de posición del robot; como así también, los que se refieren al control de trayectoria del mismo (permiten controlar al dispositivo en posición y velocidad simultáneamente). La segunda línea desarrollará diferentes arquitecturas de software ejecutándose en diversas plataformas de hardware que permitan definir los comportamientos de robots móviles autónomos en base a un enfoque cognitivo. El robot poseerá un comportamiento deseado en función de las prestaciones requeridas al mismo; el cuál se evaluará mediante distintos indicadores que reflejarán la aptitud del agente robótico para realizar las tareas y conductas que le son requeridas, tanto cuando opera en ambientes estáticos como cambiantes. Entre las tecnologías inteligentes que se proponen aplicar, cabe citar: a) redes neuronales artificiales b) lógica difusa c) algoritmos de búsqueda d) aprendizaje automático y e) lógica difusa, entre otras que permitan optimizar el desempeño del agente robótico.

4. Programa

Electrónica, Computación y Comunicaciones

5. Proyecto

Tipo de Proyecto: UTN (PID UTN) CON INCORPORACION EN PROGRAMA INCENTIVOS

Tipo de Actividad: Investigación Aplicada

Campos de Aplicación:

Rubro	Descrip. Actividad	Otra (especificada)
INDUSTRIAL (Producción y tecnología)	Otros - Industrial (Especificar)	Robótica Industrial y Tecnologías Inteligentes

Disciplinas Científicas:

Rubro	Disciplina Científica	Otras Disciplinas Científicas
INGENIERÍA MECANICA	Otras (Especificar)	ROBOTICA Y MECATRONICA

Palabras Clave

ROBOTICA TECNOLOGÍAS INTELIGENTES MODELOS MANIPULADORES ROBOT MÓVIL CONTROL PROGRAMACIÓN

6. Fechas de realización

Inicio

Fin

Duración

Fecha de Homologación

01/01/2019

31/12/2021

36 meses

-

7. Aprobación/ Acreditación / Homologación / Reconocimiento (para ser completado por la SCTyP - Rectorado)

7.1 Aprobación / Acreditación / Reconocimiento (para ser completado por la FR cuando se posea N° Resolución)
N° de Resolución de aprobación de la FR:

7.2 Homologación (para ser completado por la SCTyP - Rectorado)

Código SCTyP: CCUTIDN0005244TC

Disposición SCTyP:

Código Ministerio:

8. Estado (para ser completado por la SCTyP - Rectorado)

EN TRÁMITE

9. Aavales (presentación obligatoria de aavales)

AVAL FIRMADO POR EL SECRETARIO DE CIENCIA, TECNOLOGIA Y POSGRADO Y POR EL DECANO DE LA FRN - UTN. Resolución FRN N° 494/2018

10. Personal Científico Tecnológico que participa en el PID

Apellido y Nombre	Cargo	Hs/Sem	Fecha Alta	Fecha Baja	Otros Cargos
HOSSIAN, ALEJANDRO ARMANDO	DIRECTOR	15	01/01/2019	31/12/2021	
HIRSCHFELDT, CAROLINA GABRIELA	INVESTIGADOR DE APOYO	10	01/01/2019	31/12/2021	-
BUSTAMANTE, PATRICIO JAVIER	INVESTIGADOR DE APOYO	10	01/01/2019	31/12/2021	-
ECHEVERRIA, CARLOS CESAR	INVESTIGADOR DE APOYO	10	01/01/2019	31/12/2021	
CARABAJAL, MARCIAL ROBERTO	INVESTIGADOR DE APOYO	10	01/01/2019	31/12/2021	-
ALVEAL, EMANUEL MAXIMILIANO	BECARIO ALUMNO UTN-SAE	10	01/01/2019	31/12/2021	-
RODRIGUEZ, DIEGO EMILIO	INVESTIGADOR DE APOYO	10	01/01/2019	31/12/2021	
MERLINO, HERNAN	INVESTIGADOR DE APOYO	5	01/01/2019	31/12/2021	-
ALZOGARAY, ESTEBAN ANDRÉS	BECARIO ALUMNO UTN-SCYT	10	01/01/2019	31/12/2021	-

11. Datos de la investigación**Estado actual de concimiento del tema**

En los albores de la década de los años sesenta los robots industriales sortearon distintos problemas en el plano tecnológico y socioeconómico; alcanzando de esta forma, un importante nivel de madurez promediando los años noventa que es cuando se estabiliza su demanda obteniendo un pleno reconocimiento en el campo de la industria. Así es que en pequeñas o grandes fábricas, los sistemas robóticos poseen la capacidad de sustituir al hombre en aquellas tareas de carácter repetitivo y hostiles, adaptándose en forma rápida y eficiente a los cambios en el esquema de producción a causa de la demanda variable.

Actualmente, y pese a la incursión en el mercado de diferentes clases de robots (robots móviles autónomos, drones, robots paralelos entre otros), la mayoría de los dispositivos robóticos poseen una base estática y se usan en medios industriales para realizar tareas tales como soldadura, ensamblaje, pintado y alimentación de máquinas herramientas, entre otras. No obstante, los entornos de carácter dinámico en los que muchas veces deben operar estos dispositivos, ha originado la penetración en el mercado de sistemas robóticos con plataformas móviles que pueden estar dotados de cierto grado de autonomía; siempre atendiendo al tipo de tarea que el robot debe desarrollar. En este sentido, el diseñador procede a realizar el diseño de la arquitectura cognitiva que mejor se ajuste al requerimiento del usuario; así como también seleccionar las tecnologías adecuadas para la implementación de dicha arquitectura.

Por su parte, un manipulador robótico industrial puede definirse como una máquina cuyo mecanismo está compuesto, en líneas generales, por una serie de eslabones articulados o deslizantes unos en relación con los otros, cuyo objetivo principal consiste en tomar o desplazar objetos según varios grados de libertad. A los efectos de poder obtener estos objetivos para que un robot de estas características pueda llevar a cabo las tareas que le son encomendadas, es preciso realizar un análisis cinemático y dinámico de su funcionamiento.

El análisis cinemático debe considerar el estudio del movimiento del robot con respecto a un sistema de referencia sin considerar las fuerzas que constituyen las causas de dicho movimiento; de esta manera, se realiza una descripción analítica del movimiento espacial del robot como una función del tiempo. Asimismo, el análisis dinámico permite conocer la relación entre el movimiento del robot y las fuerzas implicadas en el mismo. Es importante destacar que para una construcción robusta de los modelos cinemático y dinámico de estos sistemas, cada vez cobra mayor trascendencia el estudio de las diversas técnicas de diseño de las estrategias de control, a los efectos de conseguir que el robot lleve a cabo las tareas que le fueron encomendadas con la mayor precisión posible. El estudio de estas estrategias es sumamente relevante; habida cuenta de la naturaleza no lineal, multivariable y acoplada que presenta el modelo dinámico del manipulador, y por consiguiente, lograr un adecuado control de sus movimientos. No obstante la complejidad que reviste este modelo, su estudio y análisis es sustancial en la medida que permite explicar todos los fenómenos físicos que están presentes en su estructura mecánica (efectos inerciales,

fuerzas centrípetas y de Coriolis, par gravitacional y de fricción).

En lo que respecta a los robots móviles autónomos, se pueden citar dos tipos de arquitecturas para el control de robots autónomos, de gran aceptación en los últimos años. Por un lado están las denominadas arquitecturas reactivas, que proponen la consecución de metas complejas por parte del robot basándose únicamente en un conjunto de reacciones simples. Estas reacciones simples reciben distintos nombres: módulos, agentes, agencias, controladores o comportamientos. Por otra parte, se tienen las arquitecturas más clásicas dentro del campo de los sistemas

inteligentes que postulan la necesidad de técnicas de razonamiento a más largo plazo sobre un modelo del mundo. Esta clase de arquitectura posee un módulo de alto nivel, que es el encargado de tomar las decisiones de mediano y largo plazo y que hace que el robot posea una representación interna del mundo donde realiza las acciones. Asimismo, el proceso de razonamiento a alto nivel trabaja sobre resultados intermedios de dicha representación, siendo esta la forma en que el diseñador intenta resolver problemas de navegación de mayor complejidad. En este contexto, la integración distintas tecnologías inteligentes, como las mencionadas en el resumen técnico, conforman un escenario de investigación de sumo interés para aumentar la efectividad en el diseño de la estructura cognitiva del robot.

A modo de conclusión y en función de lo expuesto, cabe señalar que la robótica constituye un campo en pleno auge y la formación de profesionales de la ingeniería en las diferentes ramas de la mecánica, automatización, informática y electrónica entre otras, no puede ni debe permanecer ajeno a esta situación. En tal sentido, en diferentes países industrializados la robótica forma parte del cuerpo de conocimientos que debe poseer un ingeniero en estos tiempos. En esta línea de razonamiento, se puede afirmar que los futuros desarrollos en el campo de la robótica estarán

orientados a aumentar el grado de movilidad, destreza y autonomía de sus acciones; así como también, a ser capaces de mantener una elevada interacción con los seres humanos.

Bibliografía:

1. García Martínez, R., Servente, M., Pasquín, D. (2003) *"Sistemas Inteligentes"*, Ed. Nueva Librería, Buenos Aires, Argentina.
2. Santos, J.; Duro, R. (2005) *"Evolución Artificial y Robótica Autónoma"*, Ed. Alfaomega – Ra-Ma, México.
3. Harvey, I. (1996) *"Artificial Evolution and Real Robots, Proceedings of International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB)"*, Masanori Sugisaka (Ed), Beppu, Japan, pp. 138-141.
4. Ollero Baturone, A. (2007) *"Robótica Manipuladores y robots móviles"*. Ed. Alfaomega – Marcombo, Barcelona España.
5. Hilera, J. R.; Martínez, V. J. (2000) *"Redes Neuronales Artificiales. Fundamentos, modelos y aplicaciones"*, Ed. Alfaomega Ra-Ma. Madrid, España.
6. Hossian, A. A.; Cejas, L. A.; Olivera, L. V. (2014) *"Estudio del comportamiento de vehículos robóticos en ambientes computarizados. Hacia un enfoque basado en conductas del tipo estímulo-respuesta"*, IV^a Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería JEIN - UTN – FRA, Buenos Aires, Argentina.
7. Scillato, A.; Colón, D.; Balbuena, J. (2005) *"Técnicas de Navegación Híbrida para Navegación de Robots Móviles"*, Ed. Rama de Estudiantes del IEEE. Tesis de grado para obtener el grado de Ing. Electrónico. Univ. Nac. del Comahue.
8. Hossian, A. A.; García Martínez, R.; Olivera, L. V. (2014) *"Robótica de Navegadores. Un enfoque desde las Tecnologías Inteligentes"*, Ed. Nueva Librería, Buenos Aires.
9. Arrijoja Landa Cosio, N. (2007) *"Inteligencia Artificial"*, Gradi, Buenos Aires.
10. García Serrano, A. (2012) *"Inteligencia Artificial. Fundamentos, práctica y aplicaciones"*, Alfaomega, México.
11. Paul, R. P., *"Homogeneous Transformations – Robot Manipulators: Mathematics, Programming & Control"*. The MIT Press, Massachusetts. (1981).
12. Gates Bill. *"A Robot in Every Home"*. Scientific American Journal. EEUU. (2007).
13. Craig, J. J (1989) *"Introduction to Robotics"*. Ed. Addison Wesley, Reading, MA.
14. Arrijoja Landa Cosio, N. (2007) *"Inteligencia Artificial"*, Gradi, Buenos Aires.
15. ISO/IEC/IEEE 29148. Software & Systems Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society, ISO/IEC/IEEE 29148:2011(E), Systems and software engineering — Life cycle processes — Requirements engineering (2011).

Grado de Avance

El proyecto es una continuación del PID realizado en la Facultad Regional Neuquén de la Universidad Tecnológica

Nacional en el período 2015 - 2017 con prórroga en el 2018; sobre la construcción de modelos algorítmicos, con un mayor enfoque a las aplicaciones orientadas al campo de la robótica de navegación, aunque también se realizaron algunos desarrollos en el área de los manipuladores robóticos industriales (Código del Proyecto: AMUTICF0003536TC).

En el proyecto precedente se colocó especial énfasis en el estudio y análisis de tecnologías propias del campo de la Inteligencia Artificial; fundamentalmente aquellas que mejor se adaptan para dotar de mayor autonomía a sistemas robóticos de navegación. En este sentido, tecnologías tales como las Redes Neuronales Artificiales, Algoritmos de Búsqueda y Aprendizaje Automático permiten un control inteligente del dispositivo a los efectos de mejorar su performance en entornos de navegación estructurados. Posteriormente, también comenzó a abordarse el estudio de modelos cinemáticos en manipuladores robóticos industriales, realizando un análisis de las posiciones y velocidades que alcanza el manipulador de dos grados de libertad.

En el proyecto que se inicia en 2019, se pretende profundizar en el análisis y estudio de otras tecnologías que mejoren las capacidades de navegación tales como lógica borrosa y algoritmos de búsqueda más avanzados, entre otras; mientras que en el área de manipuladores robóticos, se analizarán modelos de control cinemático y dinámico de dos y tres grados de libertad, con la idea de simular sus movimientos en entornos de simulación computacional y bancos de trabajo.

Objetivos de la investigación

Objetivos de la Investigación

A los efectos de lograr una mayor claridad de exposición, se presenta un objetivo de carácter general y un cuerpo de objetivos específicos; habida cuenta de las dos líneas de investigación propuestas:

OBJETIVO GENERAL

Llevar a cabo un análisis completo y detallado de los modelos cinemático y dinámico de un robot industrial, en base a la aplicación de las distintas herramientas pertenecientes al campo de la matemática y de la mecánica.

Diseñar y ensayar diferentes arquitecturas de software donde coexistan módulos que permitan definir aspectos de comportamiento de robots móviles autónomos, en base a la aplicación de diferentes tecnologías pertenecientes al campo de los sistemas inteligentes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Emplear las herramientas del campo del Álgebra Lineal (sistemas de referencia, transformaciones lineales de traslación y rotación y operaciones con matrices, entre otros conceptos); a los efectos de obtener la posición y orientación de los objetos a maniobrar y el robot manipulador.
- En línea con el objetivo anterior, realizar un estudio especial de las matrices de transformación homogénea, las cuáles permiten obtener una representación conjunta de la posición y orientación de un sólido en el espacio.
- Hacer uso de estas matrices para representar la composición de transformaciones (traslaciones y giros consecutivos sobre un sistema de referencia determinado) que debe realizar un brazo manipulador para manipular objetos.
- Obtener los modelos cinemático directo para robots manipuladores; mediante el cual es posible determinar la posición y orientación del extremo final del robot, con respecto a un sistema de coordenadas que se toma como referencia.
- Obtener el modelo cinemático inverso para robots manipuladores; mediante el cual es posible determinar los valores que deben adoptar las coordenadas articulares del robot, para que su extremo se posicione y oriente según una determinada localización espacial.
- Obtener el modelo diferencial plasmado a través de la matriz jacobiana del robot; a partir de la cual es posible establecer la relación entre el vector de las velocidades expresadas en el espacio articular, con las velocidades del extremo del robot expresadas en el espacio cartesiano o de trabajo del mismo.

- Obtener el modelo dinámico para robots manipuladores; mediante el cual es posible determinar la relación entre el movimiento del robot y las fuerzas implicadas en el mismo.
- Estudiar el tópico de control cinemático, mediante el cual es posible establecer aquellas trayectorias que debe seguir cada articulación del robot en la línea de tiempo, a los efectos de lograr los objetivos deseados por el usuario en términos de: a) punto destino, b) trayectoria cartesiana del efector final del robot y c) tiempo invertido por el usuario; entre otros factores de relevancia.
- Definir las ventajas y desventajas de los modelos reactivos de programación de robots basados en redes neuronales. Obtención de conclusiones respecto de la relación entre la arquitectura, parámetros y particularidades de aprendizaje de la red neuronal adoptada y las características del entorno donde se moverá el robot.
- Explorar diferentes diseños de redes neuronales con relación a las trayectorias deseadas de navegación en entornos con diferentes niveles de complejidad. En particular, analizar la relación entre el aumento en la complejidad de la trayectoria de navegación y las condiciones de convergencia del algoritmo asociado a la red neuronal.
- Anexar memoria y resolución de situaciones de lazo cerrado al paradigma reactivo básico fundado en redes neuronales y observar el desempeño de esa combinación en términos de la evitación de colisiones y el comportamiento deseado del robot en cuanto a objetivos o metas a lograr.
- Emplear aprendizaje automático para entrenar al robot y obtener características de navegación y cumplimiento de objetivos deseados, comparando la efectividad del aprendizaje automático respecto de las redes neuronales en términos de evitación de colisiones, logro de metas y fluidez en la exploración del ambiente circundante.

- Contemplar la implementación de otras tecnologías del campo de la inteligencia artificial que tiendan a mejorar la performance del dispositivo en entornos de mayor nivel de complejidad ; tales como la lógica borrosa y algoritmos de búsqueda con incorporación de heurísticas.
- Analizar el desempeño del robot cuando se lo diseña según una arquitectura modular híbrida, reservando comportamientos básicos para una capa de bajo nivel, (la cual puede estar basada en redes neuronales, comportamiento reactivo) y otra capa de comportamientos más abstractos, (la cual puede estar basada en tecnologías tales como el aprendizaje automático, la lógica difusa y los algoritmos de búsqueda y evolutivos). Estudiar la composición y los mecanismos de comunicación entre capas.

Descripción de la metodología

Se continuará haciendo uso del paquete de Software MATLAB que el grupo de investigación viene utilizando en las investigaciones que lleva a cabo. En tal sentido, esta herramienta sirve de apoyo para realizar el desarrollo y cálculo de operaciones con matrices y cálculo diferencial.

También se hará uso de la Toolbox de cálculo simbólico para definir y manipular transformaciones de rotación y translación en forma genérica; así como también, la Toolbox específica para robótica y control. También se contempla el uso de otros paquetes de análisis matemático general como el MAPLE y el MATHEMATICA, los cuales permiten implementar los algoritmos clásicos de la dinámica computacional; obteniendo de esta manera un conjunto de herramientas que le dan al usuario la posibilidad de realizar un análisis y diseño de su propio mecanismo.

Es significativo señalar que la literatura actual considera que el diseño, el modelado, la simulación, el control y el análisis de los resultados finales tienen una fuerte dependencia de las componentes y sus características tecnológicas. En este sentido, una posible metodología en el proyecto de modelado consiste en el estudio de: los **materiales de construcción** del robot que afectan a su inercia, su respuesta dinámica y su precisión; los **accionamientos de potencia y sus características tecnológicas** que afectan la respuesta dinámica, la estabilidad y el diseño del sistema de control del dispositivo; los **dispositivos de transmisión de potencia mecánica** los cuales tienen apreciable influencia en la precisión del robot, la resolución y repetibilidad; y el **sistema sensorial** del robot, el cual caracteriza la calidad de la respuesta del sistema de control, la estabilidad del mismo y las prestaciones del dispositivo robótico en términos de la realización de las tareas.

En el supuesto de disponer de un Brazo Robótico, modelo AL5D Robotic Arm Combo Kit (BotBoarduino), se intentará implementar algunas de estas simulaciones en entorno computacional, a los fines prácticos y concretos de este proyecto.

En lo que respecta al estudio de los mecanismos de navegación del dispositivo robótico, y a los efectos de estudiar la relación entre la arquitectura neuronal del robot y su comportamiento en distintos ambientes, se estima conveniente hacer uso del paquete de software MATLAB (Toolbox de Neural Networks, Genetic Algorithms y Fuzzy Logic) tanto para la construcción del entorno como del agente robótico propiamente dicho.

Los resultados de las simulaciones se preveen implementar en un tipo de hardware de propósito general dedicado al manejo de motores y control básico. Este sistema incluye la manipulación de señales analógicas proveniente de los sensores e interfaz de salida de potencia. Además se dispone de un transceptor en 2.4 Ghz para el enlace con un sistema de alto nivel que permitirá realizar el data logging para las tareas de depuración y verificación de la simulación.

Se estudiará la mutua dependencia entre arquitectura de la red neuronal y complejidad de las trayectorias; y también se intentará hallar pautas para el diseño de la red neuronal. Se le incorporarán al agente robótico módulos de memoria y de detección de condiciones de lazo cerrado. La evaluación de performance del agente se basará en la evitación de colisiones tanto para obstáculos fijos como móviles y en el cumplimiento de determinados objetivos básicos de comportamiento, como por ejemplo trasladar un objeto desde un punto a otro del entorno de navegación y reabastecerse de combustible.

Se llevará a cabo el estudio de la performance del robot navegador mediante empleo de las diferentes tecnologías propuestas (redes neuronales, aprendizaje automático, lógica difusa y algoritmos de búsqueda y evolutivos); para lo cual, se precede a simular dichos estudios con los paquetes de software y toolbox destinados a tal fin.

En una primera aproximación metodológica, se procurará evaluar el comportamiento del robot cuando se lo programa

empleando técnicas de carácter deliberativo, tales como el aprendizaje automático, basadas fundamentalmente en el algoritmo ID3 de Quinlan [9], al que se lo adaptará para una versión en código MATLAB. El aprendizaje automático permitirá extraer del árbol generado por el mismo las reglas de aprendizaje que describen el comportamiento del robot bajo este paradigma. De este modo, al ingresar un patrón de entrada, se obtendrá el valor de salida asignado al mismo conforme a este modelo. Es decir, dada una situación del robot en el ambiente, el paradigma basado en aprendizaje automático indicará la acción a seguir.

A los efectos de comparar la performance de los paradigmas redes neuronales y aprendizaje automático tomados individualmente, se procederá a realizar distintos experimentos con posiciones de partida aleatorias. Se elaborará una función de aptitud que tenga en cuenta el número de colisiones y el número de situaciones de lazo cerrado con relación al número de experimentos realizados a efectos de analizar la efectividad de cada técnica cuando se la emplea por separado. Se busca conocer cuál de los dos métodos de programación permitió alcanzar la meta un mayor número de veces en el menor tiempo de simulación posible.

Por último, se buscará implementar algunas de estas simulaciones en entorno computacional, en algunos de los robots disponibles en laboratorio.

12. Contribuciones del Proyecto

Contribuciones al avance científico, tecnológico, transferencia al medio

En los tiempos actuales, los avances registrados en el campo de la tecnología se hallan en constante crecimiento; por lo que el desarrollo tecnológico constituye un aspecto estratégico de singular relevancia para cualquier país en vías de crecimiento. La trascendencia que adquieren las actividades científicas en el seno de una nación no solo se circunscriben a consecuencias de carácter económico, sino que también contribuyen a elevar la calidad de vida en el plano político y social, aumenta la capacidad de reflexión y conocimiento de la sociedad sobre sí misma; y en consecuencia favorece la capacidad del país en términos de orientar su propio destino. De esta forma, se tienen más posibilidades de que la población obtenga beneficios colectivos, tales como mejoras en el campo de la salud y la educación. entre otros.

La robótica constituye un área científica y tecnológica que en su definición más amplia abarca sistemas físicos, en general articulados, que son reactivos a condiciones no estructuradas. En esta línea de análisis, el campo de la robótica ha evolucionado de tal forma, que de ser un área liderada por profesores de las facultades de mecánica en los cincuentas, pasando por la electrónica-eléctrica en los ochentas, ha pasado a erigirse como una disciplina con méritos propios y considerada independiente de las ciencias aplicadas.

En este sentido, cabe citar que la manufactura es una actividad tecnológica que realiza la transformación de materias primas, por medio de labor física o automatizada, en productos terminados para su venta. La investigación en este campo es de naturaleza compleja que requiere para su buena ejecución de diversas disciplinas; asociadas tanto a la tecnología de los productos y de los sistemas de producción, como a las áreas administrativas de distribución y comercialización.

El presente proyecto de investigación se fija como objetivo la obtención de estrategias de diseño ideales para las arquitecturas hardware-software de agentes robóticos tanto móviles como industriales, en función de las conductas y rendimiento deseados para el robot. Por lo tanto, su contribución a la generación de conocimiento científico y tecnológico está directamente relacionada con el desarrollo de proyectos para la construcción de robots desde un punto de vista innovativo. En este sentido y desde el punto de académico, se planea continuar con las actividades desarrolladas en los últimos cuatro años en términos de reportes a congresos y revistas científicas, dictado de seminarios y cursos doctorales, direcciones de tesis de maestría y doctorado.

En lo que respecta a la transferencia de resultados al medio, cabe destacar que la robótica ofrece grandes beneficios sociales, resolviendo problemas cotidianos en todos los sectores de la población. Por consiguiente, la aplicación de estas tecnologías debería redundar en una mejora de la calidad de vida de los ciudadanos; en términos de lo que concierne a la reducción de las horas de trabajo y a los riesgos laborales. Es importante resaltar en este aspecto, que numerosas publicaciones en congresos y revistas científicas se dedican al tratamiento de esta temática tan sensible y particular, por lo que se intentará desde el seno de este proyecto realizar algún aporte desde esta perspectiva.

En el caso de la Argentina, no sería representativo tomar el número o tasa de robots instalados como un indicador del desarrollo de esta tecnología en el país, por cuanto la misma puede haber sido adquirida, como de hecho ha ocurrido, a otros países. En efecto, nuestro país presenta una gran dependencia tecnológica en el desarrollo de robots y, en gran medida, en los procesos tecnológicos asociados a su implementación. Por otro lado, esta dependencia tecnológica, junto con la falta de formación técnica y cultura de la innovación en la pequeña y mediana industria (principal tejido industrial de nuestro país), dificultan la robotización de un número destacable de actividades de fabricación de la pequeña y mediana industria manufacturera, cuya solución tecnológica puede ser abordada en forma satisfactoria por los técnicos e ingenieros formados en el sistema educativo superior argentino.

En el ámbito nacional, sectores como el calzado, la industria naviera, automotriz, agro-industria, cerámica o industria del juguete podrían incrementar su competitividad en base a una robotización escasamente abordada. En este sentido, el presente proyecto contempla el diseño de arquitecturas optimizadas en hardware y en software que permitan construir robots con determinadas exigencias de performance en cuanto a tareas y rendimiento. Por otro lado, la robótica de servicio es un campo emergente, pero con un gran potencial de crecimiento. Sus aplicaciones se dividen en servicios personales (asistencia a personas mayores, discapacitados y niños, asistente personal, limpieza y seguridad doméstica, etc.) y servicios profesionales (limpieza de calles, vigilancia urbana, mantenimiento e inspección de infraestructuras, medicina, construcción, agricultura, etc.).

En el ámbito regional, la industria del petróleo y el gas han manifestado el propósito de hacer uso de los resultados del presente proyecto de investigación a los efectos de planificar la utilización de robots en tareas potencialmente riesgosas (inspección de pozos petroleros, relevamiento de ductos, reparación de tuberías, etc.) para operadores humanos, a la vez que se optimizan aspectos de competitividad y productividad. Por lo tanto, y teniendo en cuenta que la robótica tiene como uno de sus principales objetivos complementar o sustituir las funciones de los humanos alcanzando, en algunos casos, aplicaciones masivas; en el contexto industrial, donde los robots se utilizan con notable éxito desde hace varias décadas, los beneficios empresariales y sociales del presente proyecto se pueden resumir en cuatro aspectos:

- 1) Productividad: aumento de la producción y reducción de los costos, sobre todo laborales, de materiales, energéticos y de mantenimiento.
- 2) Flexibilidad: permite la fabricación de una familia de productos sin la necesidad de que se modifique la cadena de producción y por consiguiente, sin paradas ni pérdidas de tiempo.
- 3) Calidad: debido al alto nivel de repetitividad de las tareas realizadas por los robots, las mismas aseguran una calidad uniforme del producto final.
- 4) Seguridad: dado que los procesos de fabricación se llevan a cabo con un mínimo número de personas, se disminuye la posibilidad de accidentes laborales y se reemplaza a operarios en la ejecución de tareas tediosas o peligrosas.

Contribuciones a la formación de Recursos Humanos

La implementación del presente proyecto prevee profundizar la formación de recursos humanos en el área de Robótica y Tecnologías Inteligentes, por medio de la continuación de las actividades de investigación que el grupo desarrolla en ese sentido dentro del seno de la facultad regional y en las tareas de vinculación que lleva a cabo con otros grupos de investigación y desarrollo en estas temáticas. En tal sentido cabe destacar; la elaboración de artículos de investigación en congresos y revistas científicas, dictado de dos seminarios internacionales en el 2º

Congreso Internacional de Ingeniería en Sistemas "Robótica de Navegadores" y "Tecnologías Inteligentes" en la ciudad de Cochabamba (Bolivia 2015), dictado de cursos doctorales en el marco de la carrera de "Doctorado en Ciencias Informáticas de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata" ("ROBÓTICA DE NAVEGADORES - Un Enfoque desde las Tecnologías Inteligentes" 2015 y "FUNDAMENTOS DE ROBÓTICA INDUSTRIAL Y ROBÓTICA MÓVIL – Un enfoque desde la Inteligencia Artificial" 2017), dirección de tesis doctoral en el marco de la misma carrera y dirección de tesis de maestría en el marco de la carrera de "Maestría en Ingeniería de Sistemas de Información" de la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional.

Actualmente, los principales integrantes del presente proyecto continúan con el dictado de la asignatura electiva "TECNOLOGÍA DE LAS REDES NEURONALES – MODELOS Y APLICACIONES" en la Facultad Regional Neuquén.

Asimismo, y también en el marco de las actividades de investigación, se han dictado los cursos de la Universidad Tecnológica Nacional posgrado de actualización en la Facultad Regional Neuquén: "Robótica de Manipuladores – Un abordaje desde los Modelos Cinemáticos" (aprobado por Resolución N° 10/11 del Consejo Directivo de la Facultad Regional Neuquén, y por Ordenanza N° 1312 del Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Nacional; y "Robótica de Manipuladores – Un abordaje desde los Modelos Dinámicos" (aprobado por Ordenanza N° 1577 del Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Nacional).

Cabe señalar también, que en el año 2015 se ha publicado el libro "Robótica de Navegadores – Un enfoque desde las Tecnologías Inteligentes" ISBN 978 – 987 – 1871 – 24 – 7. Editorial Nueva Librería S. R. L. Actualmente se está trabajando en la confección del libro "ROBÓTICA INDUSTRIAL - Fundamentos para el modelado y el diseño de Manipuladores Robóticos" del mismo sello editorial.

Todas estas actividades se espera que causen un considerable impacto interno de crecimiento a nivel de estudiantes y de docentes; actuando a modo de efecto multiplicador de los conocimientos y experiencia adquirida por el grupo de investigación, a los efectos de lograr una masa crítica de recursos humanos que permitan incorporar otros centros de desarrollo de tecnología.

Los resultados del proyecto mejorarán de manera directa y eficaz la calidad de la enseñanza en la Universidad en las asignaturas relacionadas con Instrumentación y Control.

13. Cronograma de Actividades

Año	Actividad	Inicio	Duración	Fin
1	ETAPA DE ESTUDIO E INVESTIGACION DE TECNOLOGÍAS INTELIGENTES Y DE CONTROL	01/01/2019	5 meses	31/05/2019
1	ETAPA DE ANÁLISIS Y SIMULACION DEL COMPORTAMIENTO DEL ROBOT NAVEGADOR BASADO EN ALGORITMOS DE BÚSQUEDA Y REDES NEURONALES	01/06/2019	5 meses	31/10/2019
1	ETAPA DE ESTUDIO E INVESTIGACION DE LA CINEMATICA DE UN BRAZO ROBOTICO	01/11/2019	2 meses	31/12/2019
2	ESTUDIO E INVESTIGACION DE LA DINÁMICA DE UN BRAZO ROBOTICO	01/01/2020	3 meses	31/03/2020
2	ETAPA DE PREPARACION Y PUBLICACION DE ARTICULOS CIENTIFICOS A REVISTAS Y CONGRESOS	01/04/2020	2 meses	31/05/2020
2	ETAPA DE ESTUDIO Y APLICACION DE TECNOLOGIAS INTELIGENTES AVANZADAS PARA ROBOTS NAVEGADORES	01/06/2020	2 meses	31/07/2020
2	ETAPA DE ESTUDIO Y APLICACION DE TÉCNICAS DE CONTROL PARA ROBOTS MANIPULADORES	01/08/2020	2 meses	30/09/2020
2	ETAPA DE ACTIVIDADES DE TRANSFERENCIAS ACADEMICA Y TECNOLÓGICA, DICTADO DE CURSOS Y PREPARACIÓN DE ARTÍCULOS	01/10/2020	3 meses	31/12/2020
3	ETAPA DE PREPARACION Y CONFECCION DE LIBRO SUMARIO DE LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACION	01/01/2021	2 meses	28/02/2021
3	ETAPA DE ESTUDIO Y COMBINACION DE TECNOLOGIAS INTELIGENTES PARA MEJORAR LA PERFORMANCE DE ROBOTS NAVEGADORES	01/03/2021	3 meses	31/05/2021
3	ETAPA DE ESTUDIO Y APLICACIÓN DEL CONTROL CINEMATICO Y DINÁMICO PARA MANIPULADORES ROBOTICOS INDUSTRIALES	01/06/2021	4 meses	30/09/2021
3	ETAPA DE SIMULACIÓN Y ENSAYO EXPERIMENTAL EN ROBOTS Y ELABORACION DE INFORME FINAL	01/10/2021	3 meses	31/12/2021

14. Conexión del grupo de Trabajo con otros grupos de investigación en los últimos cinco años

Grupo Vinc.	Apellido	Nombre	Cargo	Institución	Ciudad	Objetivos	Descripción
GRUPO DE INVESTIGACION EN INGENIERÍA DE SISTEMAS INTELIGENTES	Medina	Horán	DIRECTOR NACIONAL DE	UNIVERSIDAD	REMEDIOS	Fortalecer las actividades de investigación en el área de	Publicación de artículos científicos en revistas y reportes a congresos en forma conjunta; así como también

DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LANUS (UNLa GISIN)				DIRECTOR NACIONAL DE LANUS	DE ESCALADA	desarrollo de software para aplicaciones robóticas.	promover el dictado de seminarios y cursos de posgrado en las correspondientes casas de estudio.
GRUPO DE INVESTIGACION EN INGENIERÍA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LANUS (UNLa GISI)	Rodríguez	Darío	DIRECTOR	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LANUS	REMEDIOS DE ESCALADA	Fortalecer las tareas de intercambio académico con el laboratorio de investigación y desarrollo en espacios virtuales de trabajo (LIDEVT), mediante actividades en el área de desarrollo de software colaborativo para el fortalecimiento de investigaciones grupales en el área de sistemas inteligentes aplicados a la ingeniería.	Publicación de artículos científicos en revistas y reportes a congresos en forma conjunta; y fundamentalmente, promover el dictado de seminarios y cursos de posgrado en las correspondientes casas de estudio.

15. Presupuesto

Total Estimado del Proyecto: \$ 2389770,00

15.1. Recursos Humanos - Inciso 1 e Inciso 5

Primer Año

Becarios Inciso 5	Cantidad	Pesos	Origen del financiamiento
1. Becario Alumno Fac.Reg.	0	\$ 0,00	-
2. Becario Alumno UTN-SAE	2	\$ 48000,00	Facultad Regional
3. Becario Alumno UTN-SC TyP	0	\$ 0,00	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	0	\$ 0,00	-
6. Becario Posgrado Doctoral en el extranjero	0	\$ 0,00	-
7. Becario Posgrado - Especialización	0	\$ 0,00	-
8. Becario Posgrado - Maestría en el país	0	\$ 0,00	-
9. Becario Posgrado - Maestría en el extranjero	0	\$ 0,00	-

Docentes Investigadores y Otros - Inciso 1	Cantidad	Pesos
1.Administrativo	0	\$ 0,00
2.CoDirector	0	\$ 0,00
3.Director	1	\$ 288000,00
4.Investigador de apoyo	6	\$ 362000,00
5.Investigador Formado	0	\$ 0,00
6.Investigador Tesista	0	\$ 0,00
7.Otras	0	\$ 0,00
8.Técnico de Apoyo	0	\$ 0,00

Totales	Inciso 5	Inciso 1	Total
Primer Año	\$ 48000,00	\$ 650000,00	\$ 698000,00

Segundo Año

Becarios Inciso 5	Cantidad	Pesos	Origen del financiamiento
1. Becario Alumno Fac.Reg.	0	\$ 0,00	-
2. Becario Alumno UTN-SAE	2	\$ 48000,00	Facultad Regional
3. Becario Alumno UTN-SCTyP	0	\$ 0,00	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	0	\$ 0,00	-
6. Becario Posgrado Doctoral en el extranjero	0	\$ 0,00	-
7. Becario Posgrado - Especialización	0	\$ 0,00	-
8. Becario Posgrado - Maestría en el país	0	\$ 0,00	-
9. Becario Posgrado - Maestría en el extranjero	0	\$ 0,00	-

Docentes Investigadores y Otros - Inciso 1	Cantidad	Pesos
1.Administrativo	0	\$ 0,00
2.CoDirector	0	\$ 0,00
3.Director	1	\$ 288000,00
4.Investigador de apoyo	6	\$ 362000,00
5.Investigador Formado	0	\$ 0,00
6.Investigador Tesista	0	\$ 0,00
7.Otras	0	\$ 0,00
8.Técnico de Apoyo	0	\$ 0,00

Totales	Inciso 5	Inciso 1	Total
Segundo Año	\$ 48000,00	\$ 650000,00	\$ 698000,00

Tercer Año

Becarios Inciso 5	Cantidad	Pesos	Origen del financiamiento
1. Becario Alumno Fac.Reg.	0	\$ 0,00	-
2. Becario Alumno UTN-SAE	2	\$ 48000,00	Facultad Regional
3. Becario Alumno UTN-SCTyP	0	\$ 0,00	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	0	\$ 0,00	-
6. Becario Posgrado Doctoral en el extranjero	0	\$ 0,00	-
7. Becario Posgrado - Especialización	0	\$ 0,00	-
8. Becario Posgrado - Maestría en el país	0	\$ 0,00	-
9. Becario Posgrado - Maestría en el extranjero	0	\$ 0,00	-

Docentes Investigadores y Otros - Inciso 1	Cantidad	Pesos
1.Administrativo	0	\$ 0,00
2.CoDirector	0	\$ 0,00
3.Director	1	\$ 288000,00
4.Investigador de apoyo	6	\$ 362000,00
5.Investigador Formado	0	\$ 0,00
6.Investigador Tesista	0	\$ 0,00
7.Otras	0	\$ 0,00
8.Técnico de Apoyo	0	\$ 0,00

Totales	Inciso 5	Inciso 1	Total
Tercer Año	\$ 48000,00	\$ 650000,00	\$ 698000,00

TOTAL GENERAL	Inciso 5	Inciso 1	Total General
Todo el Proyecto	\$ 144000,00	\$ 1950000,00	\$ 2094000,00

15.2 Bienes de consumo - Inciso 2

Año del Proyecto	Financiación Anual	Solicitado a
1	\$ 5.000,00	UTN - SCTyP
2	\$ 5.000,00	UTN - SCTyP
3	\$ 5.000,00	UTN - SCTyP
Total en Bienes de Consumo		\$ 15.000,00

15.3 Servicios no personales - Inciso 3

Año	Descripción	Monto	Solicitado a
1	Pasajes y viáticos	\$ 25.000,00	Facultad Regional
1	Publicaciones e inscripciones a congresos	\$ 20.000,00	Facultad Regional
1	Cursos de perfeccionamiento	\$ 10.000,00	Facultad Regional
2	Pasajes y viáticos	\$ 25.000,00	Facultad Regional
2	Publicaciones e inscripciones a congresos	\$ 20.000,00	Facultad Regional
2	Cursos de perfeccionamiento	\$ 10.000,00	Facultad Regional
3	Pasajes y viáticos	\$ 25.000,00	Facultad Regional
3	Publicaciones e inscripciones a congresos	\$ 20.000,00	Facultad Regional
3	Cursos de perfeccionamiento	\$ 10.000,00	Facultad Regional
Total en Servicios no personales		\$ 165.000,00	

15.4 Equipos - Inciso 4.3 - Disponible y/o necesario

Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espec.	Cantidad.	Monto Unitario	Solicitado a
1	Necesario	Argentina	Impresora 3d	Chimak León 2040	-	1,00	\$ 50.000,00	UTN - SCTyP
1	Necesario	Importado	Kilogramo de Filamento PLA para impresora 3d	Resistente a UV, quimicos y abrasion.	-	10,00	\$ 500,00	UTN - SCTyP
1	Disponible	-	Robotics Studio Boe-Bot Kit . Robot, textos y accesorios.	-	-	1,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento
2	Necesario	Importado	Scanner 3d	Matter And Form	Tecnología Adaptive Scanning	1,00	\$ 39.000,00	UTN - SCTyP
2	Disponible	-	Robotics Studio Boe-Bot Kit . Robot, textos y accesorios.	-	-	1,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento
3	Disponible	-	Robotics Studio Boe-Bot Kit . Robot, textos y accesorios.	-	-	1,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento
Total en Equipos						\$ 94.000,00		

15.5 Bibliografía de colección - Inciso 4.5 - Disponible y/o necesario

Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espec.	Cantidad	Monto Unitario	Solicitado a
1	Disponible	-	FUNDAMENTOS DE ROBOTICA	-	-	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	-	REDES NEURONALES ARTIFICIALES	-	-	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Necesario	Reyes Cortés	Matlab aplicado a robótica y mecatrónica	2013	-	1,00	\$ 1.240,00	Facultad Regional
1	Disponible	-	INTELIGENCIA ARTIFICIAL	-	-	1,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento
1	Necesario	Saltaren Roque y otros	Robótica Aplicada	2017	-	1,00	\$ 1.330,00	Facultad Regional
Total en Bibliografía						\$ 2.570,00		

15.6 Software - Disponible y/o necesario

Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espec.	Cantidad	Monto Unitario	Solicitado a
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total en Software							\$ 0,00	

16. Co-Financiamiento

Año	RR.HH.	Bienes de Consumo	Equipamiento	Servicios no personales	Bibliografía	Software	Total
1	\$698.000,00	\$5.000,00	\$55.000,00	\$55.000,00	\$2.570,00	\$0,00	\$815.570,00
2	\$698.000,00	\$5.000,00	\$39.000,00	\$55.000,00	\$0,00	\$0,00	\$797.000,00
3	\$698.000,00	\$5.000,00	\$0,00	\$55.000,00	\$0,00	\$0,00	\$758.000,00
Total del							

Total del Proyecto	\$2.094.000,00	\$15.000,00	\$94.000,00	\$165.000,00	\$2.570,00	\$0,00	\$2.370.570,00
--------------------	----------------	-------------	-------------	--------------	------------	--------	----------------

Financiamiento de la Universidad	
Universidad Tecnológica Nacional - SCyT	\$ 2.078.200,00
Facultad Regional	\$ 311.570,00
Financiamiento de Terceros	
Organismos públicos nacionales (CONICET, Agencia, INTI, CONEA, etc.)	\$ 0,00
Organismos / Empresas Internacionales / Extranjeros	\$ 0,00
Entidades privadas nacionales (Empresas, Fundaciones, etc.)	\$ 0,00
Otros	\$ 2.389.770,00
Total	\$ 4.779.540,00

Avales de aprobación, Financiamiento y Otros

	Orden	Nombre de archivo	Tamaño
Descargar	1	AvalProyectoUTN-HOSSIAN2019.pdf	306085
Descargar	2	ResolucionHossianPID2019.pdf	404539

Currículums (Currículums de los integrantes cargados en el sistema)