



LABORATORIO DE ROBÓTICA Y AUTOMATIZACIÓN EN MINERÍA

OBJETIVO

Contribuir al desarrollo de la próxima generación de sistemas mineros y al diseño y construcción de equipos inteligentes y amigables con el medioambiente.

EQUIPO

Investigadores principales:

- Dr. Javier Ruiz del Solar
- Dr. Martin Adams

Investigadores asociados:

- Dr. Marcos Orchard
- Dr. Paul Vallejos
- Dr. Isao Parra
- Dr. Mauricio Correa
- Ing. Rodrigo Asenjo
- Ing. Mauricio Mascaró
- Ing. Carlos Tampier
- Ing. Juan Puentes

AREAS DE COMPETENCIA

- Automatización y teleoperación de vehículos y equipos mineros.
- Aplicación de tecnologías para la sensorización y adquisición de datos y toma de decisiones en tiempo real en minas subterráneas y de cielo abierto.
- Desarrollo de tecnologías para asegurar la productividad bajo condiciones óptimas de seguridad y salud laboral.
- Desarrollo de tecnología UAV para aplicaciones mineras.
- Diseño y aplicación de métodos y aplicación eficiente para el reconocimiento de patrones aplicado a problemas relevantes de la minería: tipos de roca, granulometría, conteo de personas, vigilancia para prevención de accidentes, control de acceso a la mina.
- Diseño y aplicación de sistemas de diagnóstico de fallas y pronóstico de condiciones críticas en maquinaria minera.

APLICACIÓN

- Análisis de tecnologías de sistemas LHD semi-autónomos.
- Desarrollo de sistema de carguío autónomo para LHD.
- Sistemas de percepción mejorada para la operación de maquinaria en condiciones de baja visibilidad.

- Apoyo para la operación de sistemas autónomos/teleoperados en operaciones mineras en rajo bajo condiciones climáticas adversas.
- Desarrollo de algoritmos de control para minería continua.
- Plataformas aéreas para mapeo 3D e inspección de túneles.
- Estimación y predicción de estado de carga de baterías de litio.
- Estimación y predicción de calidad de aceite en maquinaria minera.

PROYECTOS

1. SISTEMA DE PERCEPCIÓN MEJORADA PARA OPERACIÓN CON VISIBILIDAD REDUCIDA

Entidad Asociada: CODELCO

Fundamento

La operación a cielo abierto se ve interrumpida cuando se presentan condiciones ambientales adversas, ya sea por precipitación de nieve en la temporada invernal o por exceso de polvo. Esta interrupción se produce debido al alto nivel de riesgo al que se ven expuestos los operadores bajo este tipo de condiciones. La teleoperación de los equipos permite evitar la exposición de los operadores a los riesgos, sin embargo, la falta de visibilidad no permite la operación segura, lo que hace imperativo disponer de un sistema que permita a los operadores percibir su ambiente incluso en condiciones de visibilidad reducida.

Objetivo

Desarrollar un sistema de percepción mejorada que entregue al teleoperador una interfaz con información que compense la pérdida de visibilidad debido a las condiciones climáticas, permitiendo una teleoperación segura.

Resultados

- Se desarrolló un sistema que adquiere información sensorial de diversos tipos.
- Se implementó un software que fusiona la información sensorial en una visualización intuitiva y robusta.
- Validación de sistema implementado en condiciones invernales extremas.

2. ESTUDIO DE CONCEPTUALIZACIÓN DE INTEROPERABILIDAD PARA TELEOPERACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE MAQUINARIA MINERA

Entidad Asociada: CODELCO

Fundamento

Las compañías mineras enfrentan en la actualidad un problema de incompatibilidad entre las tecnologías de automatización utilizadas en sus distintas faenas para completar la etapa extractiva del proceso de obtención de cobre, específicamente en la operación de máquinas de transporte de mineral automatizadas y/o teleoperadas. Esto se traduce en que una faena particular suele estar atada a ciertas tecnologías propietarias y/o proveedores, ya que el costo para reemplazarlos una vez que están instalados en la mina es muy alto. Además, cada faena aborda el problema de forma diferente, sin un enfoque centralizado, por lo que hay una redundancia en los esfuerzos y recursos utilizados para compatibilizar las capacidades de los proveedores y la tecnología ofrecida, con la metodología operacional que cada faena desea instaurar. Para solucionar esas dificultades operativas surge el concepto de desarrollar un estándar de interoperabilidad.

Objetivos

Sentar las bases teóricas y conceptuales sobre las cuales se debería basar un estándar de interoperabilidad. El objetivo es realizar estudios de los estándares existentes y aplicables a los sistemas autónomos/teleoperados en minería, desarrollar un modelo conceptual de interoperabilidad, definir los requerimientos para un futuro estándar, y evaluar los esfuerzos necesarios para la implementación de un estándar de interoperabilidad que sea adoptado por la industria minera y por sus proveedores.

Resultados

- Se realizó un estudio del estado del arte, identificando estándares existentes relevantes para la interoperabilidad de sistemas autónomos/teleoperados, e identificando áreas en que se necesita generar estándares nuevos.
- Se desarrolló un modelo conceptual de interoperabilidad genérico, aplicable a todo tipo de vehículos mineros en todo tipo de faenas.
- Se generó un roadmap para una próxima implementación de un estándar de interoperabilidad.

3. AUTOMATIZACIÓN DE PROCESO DE CARGUÍO EN LHDS

Fundamento

Los sistemas más avanzados de LHD en el mundo son semi-autónomos. El transporte y la descarga son autónomos, mientras que el carguío todavía es teleoperado. El proceso de carguío autónomo es la pieza faltante para tener un nivel de producción completamente autónomo, con una operación continua.

Objetivo

- Desarrollar un sistema de carguío autónomo para LHD y su validación en una prueba industrial.

Resultados

- Se desarrolló un prototipo de laboratorio del sistema de carguío autónomo, utilizando información granulométrica y geométrica del punto de extracción, en conjunto con información interna del LHD sobre su interacción con el material (septiembre 2015 – septiembre 2016).
- Se implementará el sistema de carguío autónomo en un LHD real. Dos proveedores de LHD ya han mostrado interés en colaborar en esta prueba (año 2016).
- Se validará el sistema implementado en una prueba industrial (año 2017).
- Se desarrollará un modelo de transferencia tecnológica para su implementación comercial (año 2018).

4. SISTEMA DE NAVEGACIÓN AUTÓNOMA PARA LHD EN MEDIANA MINERÍA

Entidad Asociada: GHH y GIZ

Fundamento

La automatización es generalmente considerada como un factor clave para aumentar la seguridad y la calidad de vida laboral en la minería subterránea que va de la mano con una mayor productividad y menores costos de operación.

Los sistemas de LHD semi-autónomos actualmente disponibles son de un costo y una complejidad hechos a la medida de las operaciones mineras masivas, sin embargo, no se ajustan a las necesidades de la mediana minería. Para poder contar en la mediana minería con los beneficios en seguridad y productividad que traen los sistemas semi-autónomos de LHD es necesario desarrollar un sistema a la medida, considerando las necesidades y características de las operaciones de la mediana minería.

Objetivo

Desarrollar un sistema de automatización robusto para LHD. Como parte de este concepto, la estación del operador se desplaza a un lugar seguro fuera de la mina desde la que se pueden controlar una o más máquinas.

Resultados

- Se desarrolla un sistema de navegación autónoma para LHD en conjunto con el proveedor GHH (marzo 2015 – mayo 2016).
- El sistema se operará remotamente desde una ubicación segura.
- El sistema navegará autónomamente en minas del tipo stopping, con un sistema robusto de detección de obstáculos.
- La productividad del sistema será igual o superior a la operada manualmente y/o teleoperado con línea de vista.
- Se validará en campo de prueba en fábrica (mayo - agosto 2016)
- Se realizará la validación industrial en una mina de sublevel stopping (septiembre - diciembre 2016).