

TECHNICAL COURSES BEFORE THE CONGRESS

Courses are free of charge for registered participants

TECHNICAL COURSE 1 *(SPANISH WITH INTERPRETATION AVAILABLE)*

Friday, November 5th

09:00 – 11:00hrs (Santiago, Chile Time Zone)

Fundamentos de Robótica Móvil para soluciones industriales

The course will be taught by Fernando Auat, Associate Professor, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile

TECHNICAL COURSE 2 *(SPANISH WITH INTERPRETATION AVAILABLE)*

Monday, November 8th

14:00 – 18:00hrs (Santiago, Chile Time Zone)

Aplicaciones de machine learning en minería

The course will be taught by Fabián Soto, Felipe Navarro y Gonzalo Díaz, Advanced Mining Technology Center, AMTC, Universidad de Chile

TECHNICAL COURSE 3 *(SPANISH WITH INTERPRETATION AVAILABLE)*

Tuesday, November 9th

09:00 – 13:00hrs (Santiago, Chile Time Zone)

Advances in Visible Light Communication Systems Applied to Underground Mining Environments

The course will be taught by César Azurdia, Pablo Palacios, Fabián Seguel y David Zabala, Advanced Mining Technology Center, AMTC, Universidad de Chile

TECHNICAL COURSE 4 *(SPANISH WITH INTERPRETATION AVAILABLE)*

Tuesday, November 9th

14:00 – 16:50hrs (Santiago, Chile Time Zone)

Espectrografía estocástica: un camino a la Geometalurgia 2.0

The course will be taught by Alejandro Ehrenfeld, Advanced Mining Technology Center, AMTC, Universidad de Chile

Technical Course 1

Fundamentos de Robótica Móvil para soluciones industriales

Cuándo: Viernes 5 de noviembre, 09:00 a 11:00hrs

Instructor(es): Fernando Auat, Profesor Asociado, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile

Idioma: Español con interpretación

Duración: 2 horas

Technical Course 2

Aplicaciones de Machine Learning en minería

Cuándo: Lunes, 8 de noviembre, 14:00 a 18:00hrs

Idioma: El curso y las discusiones serán dictados en Español, traducción simultánea al Inglés.

Duración: 4 horas

Instructores:

- Gonzalo Díaz, Investigador, AMTC, Universidad de Chile
- Fabián Soto, Investigador, AMTC, Universidad de Chile
- Felipe Navarro, Investigador, AMTC, Universidad de Chile

DESCRIPCIÓN DEL CURSO

La inteligencia artificial, junto al machine learning ha llegado a prácticamente todas las áreas de la industria, y la minería no es ajena a estos desarrollos. Muchos de los procesos en minería pueden ser abordados a través de técnicas de machine learning, para optimizar, categorizar e incluso predecir comportamientos. El curso expondrá de manera breve y práctica, a través de ejemplos simples, las herramientas que se usan en cada una de las etapas de la construcción de los modelos de machine learning, incluyendo: carga y limpieza

de datos, selección de características, análisis exploratorio, entrenamiento y validación de modelos, y su posterior uso en predicciones

CONTENIDO Y PROGRAMA

Temática	Instructor a cargo
Introducción y tratamiento de datos	Gonzalo Díaz
Aprendizaje supervisado	Felipe Navarro
Aprendizaje no - supervisado	Fabián Soto

ANTECEDENTES TÉCNICOS

El único requisito es contar con un computador con jupyter notebook instalado (Python 3), como también con algunas librerías adicionales que serán indicadas en el curso.

OBJETIVOS GENERALES Y DESCRIPCIÓN

- Objetivo 1: Conocer los fundamentos del machine learning y tipos de problemas que pueden ser abordados con estas técnicas
- Objetivo 2: Aplicar técnicas de machine learning a casos concretos en el contexto minero
- Objetivo 3: Entender las etapas de un flujo metodológico estándar para considerar en otras problemáticas

CAPSULA BIOGRAFICA DEL INSTRUCTOR(ES)

- Nombre Instructor 1: Fabián Soto

Ingeniero en computación y Magíster en minería, postgrado que desarrolló en el área geoestadística. Cuenta con 10 años de experiencia en proyectos de alta tecnología en minería y geoestadística. Ha liderado proyectos de investigación y desarrollo e innovación (Conicyt/ANID y Corfo). Sus líneas de investigación son: Evaluación de yacimientos,

Desarrollo de software geoestadístico, Data Science aplicado a minería y Revalorización de relaves. Actualmente es Director del Proyecto Fondef: “Cuantificación de incertidumbre geológica para mejorar la toma de decisiones en las operaciones mineras” y Product Owner del software geoestadístico ANDES.

- Nombre Instructor 2: Felipe Navarro

Magíster en computación con experiencia en desarrollo de aplicaciones, técnicas de machine learning y algoritmos de cómputo de alto rendimiento. Durante los últimos 10 años ha trabajado en proyectos I+D relacionados a la geoestadística, computación de alto rendimiento, optimización, realidad virtual, realidad aumentada, machine learning, visualización de datos y big data. Actualmente es Director del Proyecto 2020.R.56 Fundación Copec-UC: “Herramientas de análisis de variabilidad espacial mediante machine learning para exploración minera”.

- Nombre Instructor 3: Gonzalo Díaz

Magíster en electricidad y Doctor en minería con experiencia en diseño e implementación de metodologías para la evaluación de recursos, análisis de imágenes, modelamiento matemático, análisis estadístico y machine learning. Cuenta con 10 años de experiencia en proyectos de I+D relacionados a la geoestadística, exploración minera, modelación de procesos y minería digital. Actualmente es investigador de proyectos públicos y privados de diferentes problemáticas relacionadas al ámbito minero.

Technical Course 3

Advances in Visible Light Communication Systems Applied to Underground Mining Environments

Cuándo: Martes 9 de noviembre, 09:00 – 13:00hrs

Instructor(es):

- César Azurdia, Profesor Asociado, AMTC, Universidad de Chile
- Pablo Palacios, Estudiante de Doctorado en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Chile
- Fabian Seguel, Profesos Asistente, Universidad de Santiago de Chile
- David Zabala, Profesor Asistente, Universidad Católica del Maule, Chile

Idioma: Español con interpretación

Duración: 4 horas

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

En este curso se desea presentar los principales avances en el estado del arte de los sistemas de comunicaciones por luz visible aplicados a los ambientes mineros subterráneos. Se presentarán a detalle los componentes del sistema VLC aplicados a los túneles mineros, el modelo de canal considerando todos los factores que influyen en estos entornos hostiles y se explicará los principales problemas que afectan a estos sistemas de comunicaciones aplicados a minas subterráneas junto con las soluciones más actuales a estas dificultades.

CONTENIDO Y PROGRAMA

Temática	Instructor a cargo
Principios básicos de las comunicaciones por luz visible (VLC)	Cesar Azurdia
Componentes de un sistema VLC aplicado a minas subterráneas	David Zabala
Modelo de canal VLC minero subterráneo	Pablo Palacios
Principales problemas y desafíos de la tecnología VLC en minas subterráneas	Fabian Seguel

Soluciones basadas en diversidad en la recepción
(ADRs)

Pablo Palacios

ANTECEDENTES TÉCNICOS

El entorno de trabajo de las minas subterráneas se considera peligroso e inseguro. Los factores externos generados por el funcionamiento regular de la mina, como polvo, componentes tóxicos y aguas residuales, hacen que el ambiente minero subterráneo sea desfavorable. Por ello, es necesario establecer sistemas de comunicación confiables y estables para gestionar la comunicación con los equipos y entre el personal minero, junto con emergencias que puedan ocurrir. Debido a la hostilidad del entorno minero subterráneo, los sistemas de comunicación por cable o radiofrecuencia son susceptibles a daños y atenuaciones. Además, los túneles mineros subterráneos necesitan iluminación que cumpla con estándares internacionales. Estos desafíos se presentan como oportunidades para proponer sistemas de comunicaciones emergentes que optimicen la comunicación e iluminación en estos ambientes. Por lo tanto, el paradigma del uso de luz visible para la comunicación (VLC) en minería subterránea es una solución viable y válida .

En la literatura especializada y la industria minera, VLC se presenta como una tecnología complementaria a las tecnologías basadas en RF, por ejemplo 5G, existiendo varias diferenciaciones: 1) VLC es seguro en términos de comunicación de extremo a extremo y transmisión de la información, ya que es una tecnología confinada. 2) 5G es propenso a sufrir interferencia electromagnética. Por lo tanto, en minas subterráneas, su rendimiento podría mermar. Por el contrario, VLC no tiene este problema debido a su naturaleza física de la comunicación de datos. 3) VLC aprovecharía la infraestructura de iluminación existente en las minas subterráneas, reduciendo costos de implementación. 4) VLC permite mejorar el rendimiento de aplicaciones críticas en minería subterránea como la geolocalización (GPS).

Establecer un modelo de canal VLC minero subterráneo preciso nos permitiría identificar y estudiar mejor los problemas potenciales que pueden presentarse en el sistema. Una mina subterránea tiene factores como partículas de polvo que causarían dispersión de la señal, maquinaria pesada que puede bloquear la señal, y túneles irregulares que requieren un posicionamiento angular de transmisores/receptores ópticos, siendo todos estos desafíos por considerar en el modelo de canal VLC minero subterráneo. Por otro lado, entre los problemas identificables están la escasa iluminación que existe en los túneles y el efecto que se produce cuando los receptores ópticos se ubican entre la superposición de dos celdas ópticas adyacentes. Estos problemas disminuirían la relación señal-interferencia-más-ruido (SINR) y para mitigarlos existen soluciones basadas en receptores ópticas con diversidad angular (ADRs). Entre sus ventajas están un campo de visión óptico estrecho, mayor granularidad y procesamiento ágil de la señal óptica. Por lo tanto, es necesario explorar estas soluciones, implementarlas en el sistema VLC minero subterráneo con su modelo de canal específico y verificar su desempeño.

OBJETIVOS GENERALES y DESCRIPCION

- Objetivo 1: Presentar los bloques principales de un sistema de comunicaciones por luz visible aplicado a minas subterráneas
- Objetivo 2: Detallar y presentar el modelo de canal para comunicaciones por luz visible aplicado a minas subterráneas.
- Objetivo 3: Presentar los problemas identificables para los sistemas VLC en minas subterráneas y sus posibles soluciones.

CAPSULA BIOGRAFICA DEL INSTRUCTOR(ES)

- **Cesar Azurdia Meza:** received the B.Sc. degree in Electronics Engineering from Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala in 2005, and the M.Sc. degree in Electrical Engineering from Linnaeus University, Sweden in 2009. In 2013 he obtained the Ph.D degree in Electronics and Radio Engineering, Kyung Hee University, Republic of Korea. He joined the Department of Electrical Engineering, University of Chile as an Assistant Professor in August 2013 and since August 2021 Associate Professor where he is currently lecturing on wireless and mobile communication systems. He has served as Technical Program Committee (TPC) member for multiple conferences, as well as a reviewer in journals such as IEEE Communications Letters, IEEE Transactions on Wireless Communications, Wireless Personal Communications, IEEE Access, IET Communications, EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, among others. Dr. Azurdia is an IEEE Communications Society Member, as well as Member of the IEICE Communications Society. His research interests include topics such as Nyquist's ISI criterion, OFDM-based systems, SC-FDMA, visible light communication systems, vehicular communications, 5G and beyond enabling technologies, and signal processing techniques for communication systems. He is a co-recipient of the 2019 IEEE LATINCOM Best Paper Award, as well as the 2016 IEEE CONESCAPAN Best Paper Award.

Pablo Palacios Játiva: received the B.S degree in Electronics and Telecommunications Engineer from Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Guayaquil, Ecuador in 2013, and the Master's degree in communications network engineering from University of Chile, Santiago, Chile in 2017. He is currently a PhD student in Electrical Engineering at the Department of Electrical Engineering of the University of Chile. He has served as Technical Program Committee (TPC) member and reviewer for multiple conferences, as well as a reviewer in journals such as IEEE Access and IEEE Internet of Things Journal. His research interest includes visible light communication systems, cognitive radio, NOMA-based methods for power allocation, algorithms for detection and decision on the radio frequency spectrum.

- **Fabian Seguel:** received the B.S. and M.S. degree in Electrical Engineering in 2013 and 2015, respectively from the Universidad de Santiago de Chile (Usach) and the double Ph.D. degree in Automatic, Signal and Image Processing from the Université de Lorraine and the Universidad de Santiago de Chile in 2020. Currently, he is an Assistant professor at the Electrical Engineering

Department, University of Santiago of Chile. His research interests include Visible Light Communication, Indoor positioning and signal processing applied to wireless communications.

- **David Zabala Blanco:** received the B.S. degree in Electronic Systems engineering from Escuela Militar de Ingeniería, La Paz, Bolivia in 2011, and the MSc and PhD Degrees in Telecommunication Engineering from Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México in 2014 and 2018, respectively. During 2017, he was in a research stay by working in the project FONDECYT Iniciación No. 11160517 (Analysis, design, and implementation of Nyquist pulses in OFDM next generation wireless communication systems) at the University of Chile, Santiago, Chile. From April 2019 to March 2021, he was a postdoctoral researcher at Universidad Católica del Maule. Since April 2021 he is an Assistant Professor at the Electrical Engineering Department, Universidad Católica del Maule. His research interest includes OFDM-based systems, optical communications, Nyquist-I pulses, and extreme learning machines.

Technical Course 4

Espectrografía estocástica: un camino a la Geometalurgia 2.0

Cuándo: Martes 9 de noviembre 14:00 a 18:00hrs

Instructor: Alejandro Ehrenfeld, Investigador, AMTC, Universidad de Chile

Idioma: Español con interpretación

Duración: 2 horas y 40 minutos

DESCRIPCIÓN DEL CURSO:

Este curso es una introducción a un nuevo enfoque multi-píxel y de carácter estocástico para la espectrografía sobre muestras minerales con objetivos geometalúrgicos, mineralógicos y geoquímicos en minería. Se describirá los elementos fundamentales de la espectrografía clásica de minerales y luego se tratará los aspectos básicos del nuevo enfoque y sus aplicaciones para el control predictivo en procesos metalúrgicos.

CONTENIDO Y PROGRAMA

13:45 - 14:00	Bienvenida e Introducción al Curso	Coordinador(a) del Curso
---------------	------------------------------------	--------------------------

14:00 - 14:50	Módulo 1	Alejandro Ehrenfeld
14:50 - 15:00	Preguntas y discusión Módulo 1	
15:00 - 15:20	Break 1	
15:20 - 16:10	Módulo 2	Alejandro Ehrenfeld
16:10 - 16:20	Preguntas y Discusión Módulo 2	
16:20 - 16:40	Conclusiones y Cierre del Curso	Coordinador(a) del Curso

ANTECEDENTES TÉCNICOS

El curso será una introducción a las técnicas más recientes para el tratamiento de la información hiper espectral tomada sobre muestras minerales de distintos tipos para lograr estimación de variables relevantes para la toma de decisiones en procesos metalúrgicos. Se incluirá elementos de espectrografía clásica, de ciencia de datos aplicada al análisis hiper espectral y de la aplicación de estimadores basados en estas técnicas sobre variables de interés para los procesos.

OBJETIVOS GENERALES

- Objetivo 1: Reconocer las características fundamentales de la espectrografía mono píxel sobre muestras minerales y del conocimiento experto para su aplicación en mineralogía.
- Objetivo 2: Adquirir elementos acerca de la automatización del proceso de estimación de variables geometalúrgicas por medio de la espectrografía.
- Objetivo 3: Introducir los conceptos relacionados con el tratamiento de datos hiper espectrales multi-píxel sobre muestras minerales en la aproximación estocástica y las aplicaciones para el control predictivo de procesos metalúrgicos.

CAPSULA BIOGRAFICA DEL INSTRUCTOR

Alejandro Ehrenfeld es ingeniero eléctrico e investigador del Laboratorio ALGES del Centro Avanzado de Tecnología para la Minería de la Universidad de Chile. Tiene 10 años de experiencia en espectrografía multi-píxel sobre muestras minerales y su aplicación para la estimación de variables geometalúrgicas en tiempo real. Como investigador ha participado de la fundación y desarrollo de la línea de investigación de geometalurgia hiper espectral, que cuenta con cámaras hiper espectrales de última generación y donde se ha desarrollado un software estimador de variables geometalúrgicas, que ha sido validado con muestras

minerales provenientes de diversas operaciones mineras y de otras industrias como la siderúrgica y la industria de hormigones.