



Telepresencia

Introducción a la telepresencia

Hace casi tres décadas, el Dr. Robert Ballard concibió el uso de la tecnología satelital para permitirle a los científicos, profesores y estudiantes en tierra el acceso a datos e imágenes de buques en el mar en tiempo real. Este concepto de acceso en tiempo real se llama tecnología de telepresencia. Aunque continúa evolucionando, la tecnología de telepresencia ha avanzado a un ritmo rápido en los últimos años, proporcionando un portal virtual a la emoción de los descubrimientos oceanográficos y demostrando la importancia de explorar nuestro océano en gran parte desconocido. NOAA's Office of Ocean Exploration and Research (OER) se asoció con el Dr. Ballard del Institute for Exploration (IFE) y el Inner Space Center (ISC) de la University of Rhode Island (URI) para desarrollar un nuevo paradigma para la exploración oceánica que lleva la telepresencia a un nivel nuevo con el objetivo de aumentar el ritmo, el alcance y la eficiencia con la que somos capaces de explorar el mundo del océano.

La telepresencia es simplemente un grupo de tecnologías que permiten observar e interactuar con eventos en lugares remotos. A bordo del buque *Okeanos Explorer* de NOAA, la base para la telepresencia es la comunicación de banda ancha avanzada por satélite. La telepresencia permite que el video y el audio en tiempo real y otras imágenes se transmitan a través de satélites al ISC en URI desde un vehículo operado remotamente (ROV) en el mar. Desde el ISC, estos productos se transmiten a través de Internet a otros científicos ubicados en los Centros de Comando de Exploración (ECCs). Los ECCs son lugares remotos equipados con herramientas de comunicaciones especiales, incluyendo consolas con pantallas de plasma para ver el video, así como un sistema de intercomunicación habilitado para Internet. El sistema permite que los científicos y otros conversen simultáneamente con los exploradores en el mar, y / o los científicos en otros ECCs localizados en cualquier parte del mundo. Actualmente, los ECC se encuentran en el ISC en la URI; el NOAA/University of New Hampshire (UNH) Center for Ocean and Coastal Mapping (CCOM) Joint Hydrographic Center; el NOAA Pacific Marine Environmental Laboratory

(PMEL) en Seattle; en NOAA en Silver Spring, Maryland; y en el Stennis Space Center en Mississippi.

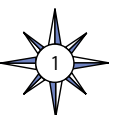
Del barco al cielo

La pieza de equipo de comunicaciones más notable a bordo del *Okeanos Explorer* es la cúpula de 4,2 m de diámetro que alberga la antena parabólica (VSAT) de 3.7 metros. Esta antena es el eslabón fundamental entre el *Okeanos Explorer* y los satélites que transmiten la información entre el barco y los ECC, así como el ISC. Las computadoras y las herramientas incluidas en el sistema de antena hacen



La tecnología de telepresencia utiliza la tecnología satelital y el Internet para transmitir datos y video en tiempo real desde vehículos operados a distancia (ROVs) que trabajan en profundidad. La transmisión llega a una oficina central en la Universidad de Rhode Island, que a su vez envía estos datos a una variedad de estaciones receptoras en tierra firme. Imagen: Paul Oberlander, Woods Hole Oceanographic Institution.

<http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/07blacksea/background/telepresence/media/shipveh.html>



ajustes constantes que compensan la oscilación vertical, el balanceo y el cabeceo del barco para mantener la antena apuntada hacia el satélite de comunicaciones apropiado. Los transmisores y receptores de radio conectados a la antena VSAT funcionan en la banda C global, utilizando frecuencias entre 3,7 y 4,2 GHz para los enlaces descendentes y frecuencias entre 5,925 GHz y 6,425 GHz para los enlaces ascendentes (las señales recibidas desde un satélite son enlaces descendentes; las señales que se envían a un satélite son enlaces ascendentes). Estas frecuencias están en la región de microondas del espectro electromagnético. Los satélites utilizados por el sistema de telepresencia del *Okeanos Explorer* están a 22,753.2 millas terrestres (millas "normales", no millas náuticas) sobre la superficie de la Tierra. A esta altitud, la velocidad de rotación de los satélites coincide con la velocidad de rotación de la Tierra, de modo que parecen permanecer en una posición fija cuando se ven desde la superficie de la Tierra. Por esta razón, estos satélites se llaman "geosincrónicos".

Conectando los ECC entre sí y con el *Okeanos Explorer*

La comunicación en tiempo real entre los científicos a bordo del buque y entre los ECC funciona a través de un sistema de intercomunicación basado en Internet, que permite que todos los participantes, independientemente de su ubicación, se comuniquen fácilmente con todos los demás participantes. Esta comunicación por voz entre el *Okeanos Explorer* y el ECC utiliza un sistema de intercomunicación con IP, una tecnología de la industria de la radiodifusión. Este sistema aprovecha la conectividad de Internet del *Okeanos Explorer* para conectar todas las unidades de intercomunicación, en el buque y en los ECC, en un solo sistema.

El "Eventlog": otra herramienta de comunicación de la telepresencia

Durante las expediciones, la comunicación por voz en tiempo real se complementa con una herramienta en tiempo real basada en texto llamada "Eventlog" (Registro de un evento), que le permite a cada observador científico escribir sus observaciones en un registro digital común, o basado en una computadora. Las entradas del registro son visibles inmediatamente por todos los usuarios. Se alienta a todos los usuarios -en el buque y en los ECC- a participar del Eventlog, ya que cada individuo es capaz de proporcionar observaciones y conocimientos únicos de lo que se está observando por primera vez a través de los "ojos" del ROV. La exploración oceánica es, por definición, multidisciplinaria y, como tal, los científicos con diferentes áreas de experiencia deben



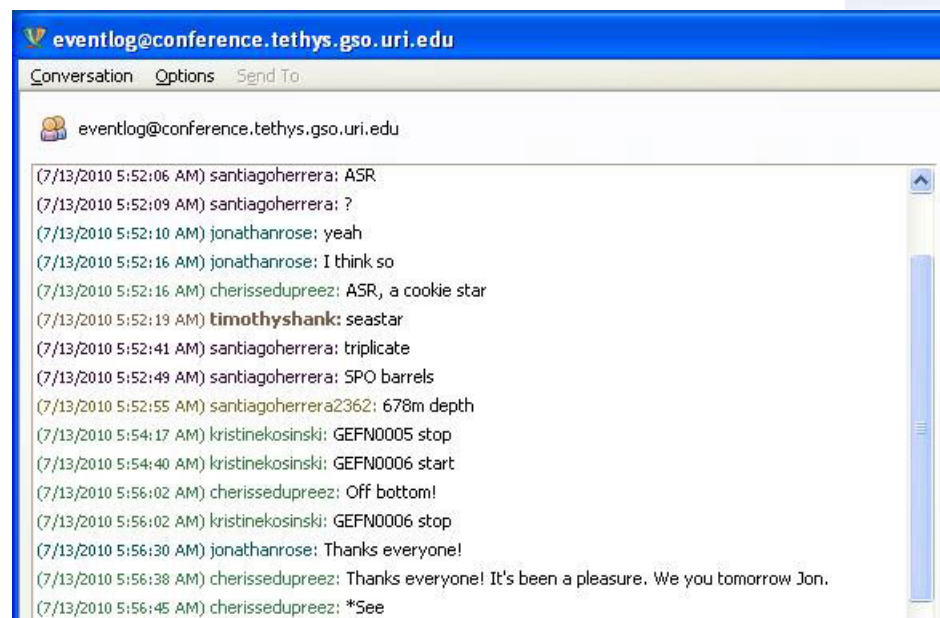
Montaje del VSAT para el *Okeanos Explorer* en el astillero de Fairhaven en Bellingham, WA, 2007. Imagen: Installation and Operation Manual for Sea Tel Model14600-75 Phase Matched C-Band TX/RX Antenna.

<http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/ex1202/logs/apr13/media/apr13-2.html>



Los técnicos trabajan en la antena de satélite en el domo VSAT. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, Galapagos Rift Expedition 2011.

http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/ex1103/logs/hires/july11_update01_hires.jpg



Los participantes de INDEX 2010 utilizaron una herramienta de colaboración basada en texto en tiempo real llamada "Eventlog" para comunicarse y crear entradas de registro sobre las operaciones en curso. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.

<http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/10index/logs/july09/media/ichat.html>



La comunicación por voz entre el *Okeanos Explorer* y los ECC de tierra firme utiliza un sistema de intercomunicación IP. Aquí, los científicos en el ECC de Seattle se comunican con los participantes en el barco y en el ECC de Yakarta. Imagen: NOAA *Okeanos Explorer* Program, INDEX-SATAL 2010.

http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/10index/logs/hires/seattle_rts_hires.jpg



Un estudiante de doctorado con el programa MIT-WHOI, se basó en el ECC de Seattle durante la Expedición INDEX-SATAL 2010. Imagen: Woods Hole Oceanographic Institution.

http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/10index/logs/hires/ellie_seattle_hires.jpg

participar en las misiones para poder describir de manera más precisa, completa y efectiva las metas de exploración capturadas en las secuencias de video del ROV. El software Eventlog automáticamente “sella” la fecha, hora de entrada y autor de cada observación de texto en cada entrada. Esto simplifica los datos post-crucero y las búsquedas de video. La herramienta Eventlog aprovecha la misma tecnología y protocolos basados en estándares utilizados en Internet para los mensajes instantáneos (MI) y salas de chat.

Gestión de datos a través de la telepresencia

Además del video recogido por el ROV del *Okeanos Explorer*, también se transmiten otros datos vía satélite para fines de distribución, gestión de datos y archivo. Por ejemplo, los datos recolectados por la ecosonda multihaz EM302 y la ecosonda EK60 utilizados para caracterizar el fondo marino y la

columna de agua se envían a los ECC, junto con datos de CTD, para ayudar a los científicos a interpretar observaciones en tiempo real desde el fondo marino. También se envía una multitud de otros datos a tierra firme para ser procesados durante y luego del crucero. Vea el artículo *Careers Managing Scientific Information Aboard the NOAA Ship Okeanos Explorer* at http://oceanexplorer.noaa.gov/edu/oceanage/current_careers.pdf para obtener más información sobre la administración de datos a bordo del *Okeanos Explorer* mediante la telepresencia.

Construyendo capital intelectual científico con la telepresencia

La comunicación directa entre los científicos ubicados en los diferentes ECC y los científicos y técnicos a bordo del *Okeanos Explorer* durante las expediciones, posibilita ampliar la experiencia científica de la exploración en el momento preciso de los descubrimientos. Esta manera de explorar es también mucho más económica que la de la mayoría de las expediciones oceanográficas tradicionales ya que requiere de un equipo más reducido. Dado que la potente cúpula de satélite del *Okeanos Explorer* tiene un ancho de banda alto, se pueden transmitir una gran cantidad de datos desde el barco al ISC y ECC en un corto período de tiempo, incluyendo tres canales de video de alta definición, así como conexiones de Internet para comunicaciones por voz en tiempo real. Las transmisiones de video de alta definición utilizan equipos de la industria de difusión que ofrecen video de alta calidad con muy poco tiempo de retardo. Incluso con el procesamiento intensivo de la señal y los retrasos introducidos por los enlaces satelitales y terrestres, el video viaja a miles de millas de distancia, desde el ROV hasta los ECC a profundidades que alcanzan los 4000 m en un promedio de seis segundos.

A los ECC y más allá

La capacidad de ver los eventos en vivo a bordo del *Okeanos Explorer* no se limita a aquellos con acceso a un ECC. Las capacidades que tenemos hoy en día, permiten que los usuarios vean las señales de video durante expediciones activas en vivo, desde el *Okeanos Explorer* a través de Internet en el sitio web de *Ocean Explorer* en oceanexplorer.noaa.gov, para llevar la ciencia de la exploración oceánica en tiempo real y los científicos que las lideran a las aulas, a las redacciones, y a las salas de estar. Esto abre nuevas oportunidades educativas que son una parte importante de la misión del *Okeanos Explorer*, hacia el avance del conocimiento.

Implementar la telepresencia no es tarea fácil. Sin embargo, el impacto de la telepresencia es inconmensurable. Durante INDEX-SATAL 2010, el viaje inaugural del *Okeanos Explorer*, aproximadamente 20 científicos se reunieron en el ECC del Pacific Marine Environmental Laboratory en el Estado de Washington (PMEL) mientras miles de espectadores públicos de tres países, cinco zonas horarias, distribuidos a través de miles de millas, pudieron testificar, discutir y documentar la increíble vida y los hábitats que residen en el fondo del mar de Indonesia. A medida que las tecnologías continúan evolucionando, también seguirán creciendo las capacidades de la telepresencia para la exploración oceánica, trayendo consigo nuevas formas de explorar y comunicar acerca de nuestro mundo oceánico, aún por conocer.

