

AIS-Signal Detector. Control de balizas de acceso a puertos.

Martin Andres Cachile¹, Facundo Ferro², Marcelo Taruschio², Rodolfo Bertone³

¹ Alumno de Grado FACEI UCALP

² Profesor Lic. en Sistemas FACEI UCALP

³ Director de Carrera FACEI UCALP

Martin.cachile@gmail.com, facundoferro@gmail.com, Marcelo_taruschio@ucalp.edu.ar,
rodolfo.bertone@ucalp.edu.ar

Abstract. En la labor diaria portuaria, se ha observado la existencia de grandes dificultades para la adjudicación de responsabilidad sobre los daños ocasionados a las instalaciones del puerto por parte de los buques o artefactos navales que se encuentran en la zona de influencia. Esta problemática se evidencia al momento de la reparación de dichas instalaciones, como por ejemplo boyas, muelles, balizas etc., que implican grandes erogaciones por parte de la autoridad portuaria.

En este contexto y conforme la problemática planteada, se presenta el desarrollo de un sistema denominado AIS-Signal Detector que permite determinar con exactitud, mediante la utilización de tecnología AIS (Sistema de identificación automática), el buque responsable del daño ocasionado.

Keywords: Sistemas de identificación automática, Signal Detector, GPS, daños, puertos.

1 Introducción

En el ámbito portuario y de la navegación, la tecnología del Sistema de Identificación Automática (AIS por sus siglas en inglés) ha mejorado notablemente los aspectos de navegación concernientes a la seguridad, la eficiencia, la protección del medioambiente y la identificación de los buques.

Actualmente el AIS es utilizado ampliamente en todos los puertos del mundo incluyendo los de Argentina, así como en los buques y artefactos navales. Cada buque tiene un sistema de posicionamiento global (GPS) el cual permite conocer su ubicación en tiempo real, y esta información es transmitida y administrada por el AIS. Asimismo, a nivel portuario cada boya que demarca acceso y salidas del puerto tiene su ubicación geográfica determinada por un GPS y dicha posición es conocida también por el sistema de identificación automática. Para la comunicación en tiempo real los AIS, utilizan antenas VHF que están diseñadas para obtener la máxima ganancia centradas en el rango de frecuencias del canal 16 (156,8 MHZ). [1]

1.1 AIS

La ley 20094 promulgada por el gobierno argentino, define puerto como el ámbito espacial que comprende el agua, los diques, dársenas, muelles, fondeaderos, escolleras y canales de acceso y derivación; y por tierra el conjunto de instalaciones, edificios, terrenos, vías de comunicación, indispensables para la normal actividad y desarrollo de la navegación.[2]

Para la conservación de los puertos, de acuerdo con la definición anterior, los AIS se ha constituido como un elemento indispensable para el normal desarrollo no solo de la navegación, sino de la salvaguarda de los elementos portuarios. Para ello, ofrece numerosos beneficios como proporcionar un medio de identificación confiable para los buques, transmitir con precisión la posición de boyas y, además indicar posible desplazamientos indeseados de las mismas. Como complemento difunde mensajes con información específica de datos meteorológicos, de mareas y del estado del mar, marcando o delinea rutas, áreas y límites.

AIS es una de las tecnologías de seguridad de navegación más utilizadas e importantes desde la introducción del radar. Desde 2002 su utilización es obligatoria para buques de más de 500GT y buques de pasajeros. En 2005 se agregan más tipos de barcos que deben cumplir la normativa, que van de 15 a 45 mts de eslora [3]. Utiliza un sistema de comunicaciones a partir de cuatro canales mundiales en la banda móvil marítima VHF, para el intercambio de datos de navegación. Existen numerosos dispositivos AIS, conocidos como estaciones, que se identifican mediante una identidad única de servicio móvil marítimo (MMSI).

Una característica relevante es que las estaciones AIS están diseñadas para funcionar de forma autónoma sin la interacción del personal del buque o de tierra y también pueden recibir instrucciones para transmitir con un formato diferente.

El estándar AIS comprende varios subestándares denominados "tipos" que especifican tipos de productos individuales. La descripción para cada tipo proporciona una especificación técnica detallada que garantiza la integridad general del sistema AIS global, dentro del cual deben operar todos los tipos de productos. Los principales tipos de productos (la figura 1 representa un esquema de los tipos de productos individuales, [4]):

1. Clase A: Transceptor AIS utilizado en grandes embarcaciones comerciales, envía información continuamente y el alcance puede rondar 50 millas náuticas.
2. Clase B: Destinados a mercados de buques comerciales y de ocio más pequeños, aprovecha tecnología de identificación de barcos, tiene menores prestaciones y requisitos tecnológicos. Envía información cada 3 minutos, con un alcance promedio de 12 millas náuticas.
3. Estación base: diseñado para las autoridades de navegación para la transmisión de información entre buque y costa, y costa y buque. Las Estaciones Base AIS en red pueden ayudar a proporcionar reconocimientos globales en todo el dominio marítimo.
4. Ayudas a la navegación: Ayudas a la Navegación (AtoN) transceivers: transmiten la posición y estado de boyas, junto con información meteorológica y de estado del mar.

5. AIS receiver: Sólo recibe las señales AIS y no tiene un transmisor para enviar señales AIS. Este producto le conviene a embarcaciones de recreo que no necesariamente quieran compartir toda la información de su barco.
6. AIS SART: Transmisor de Búsqueda y Rescate que utiliza AIS y puede usarse como ayuda para determinar la posición de un barco en situación SOS. Normalmente se usa en balsas salvavidas. AIS en aviones de Búsqueda y Rescate (SAR): se usa en aviones y helicópteros como ayuda en operaciones de búsqueda y rescate.

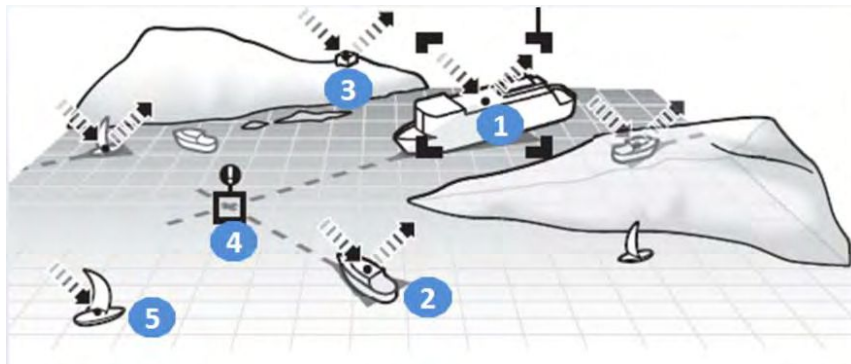


Fig. 1. Sistema AIS, las referencias son los tipos de producto.

2 Estudio de Caso

El objetivo de este trabajo consistió en analizar y diseñar un sistema para la detección de embarcaciones responsables de los posibles daños ocasionados por las maniobras realizadas en acceso o salida del puerto a los elementos del mismo. El AIS proporciona información en particular de las embarcaciones que navegan o navegaron cerca de un puerto. Las señales recibidas son analizadas por el sistema que se desarrolla, AIS Signal Detector (AIS SD), para detectar posibles colisiones y/o destrucciones de las ayudas para la navegación (AtoN).

Para desarrollar AIS Signal Detector, se analizaron los siguientes aspectos:

- Determinar la información relevante administrada por el AIS, para conocer el trayecto del buque.
- Análisis de la información procesada por los AIS, sus prioridades y sus esquemas de acceso utilizados para transmitir los datos.
- Protocolo de actuación frente a las alertas emitidas por el sistema, como por ejemplo colisión o posible colisión con una boya, dada la trayectoria del buque.
- Crear trazados de buques o artefactos navales.
- Crear zonas de interés sobre la superficie del agua.
- Alertas de buques o artefactos navales cercanos a puntos de interés.

A través del AIS SD se logra identificar con precisión el buque o artefacto naval que ocasione el daño. De esta forma, el sistema permite que los gastos erogados por daños ocasionados a las instalaciones portuarias eventualmente se puedan reclamar al buque involucrado.

La Convención de Bruselas de 1910 sobre abordajes, la cual unifica reglas en materia de este tema, prohíbe las presunciones sobre responsabilidades. En los casos de Alisión (colisión de una embarcación contra un objeto estacionado o fijo) las mismas están fuera de la normativa internacional de la Navegación sobre abordajes y de la normativa Argentina, dado que no son colisiones entre buques. En este sentido, como en la República Argentina no se encuentra regulada la responsabilidad ante una Alisión, la obligación de resarcir los daños causados por un buque se rigen por el principio de la responsabilidad subjetiva e indirecta del armador, fundada en la culpa del capitán y tripulación conforme el artículo 174 de la ley de Navegación Argentina (ley 20094) [2].

A partir del desarrollo de AIS SD y como el mismo procesa la información relativa a la navegación, se administran los dispositivos sensibles del puerto. Así, con este sistema se puede prevenir un daño de las instalaciones o detectar al responsable de haberlo ocasionado.

3 Solución propuesta

Como se mencionó anteriormente, los AIS clase A y B transmiten la localización del buque utilizando canales VHF. Esta información es analizada y procesada por AIS-SD. Se procesan datos estáticos y dinámicos. Ejemplos de los primeros son: número de identificación del buque (IMO), nombre del mismo, eslora. Para los datos dinámicos se pueden mencionar posición, tiempo de viaje, curso, velocidad, velocidad de giro, destino, hora de llegada, tipo de carga, etc. Para AIS-SD es importante conocer y procesar identificación del buque, posición, rumbo y velocidad, porque a partir de estos datos se puede prever un posible acontecimiento o determinar el responsable del mismo si ya ocurrió. En caso de detectar posibles colisiones, el sistema busca información complementaria en otros AIS para confirmar la veracidad de la información procesada. De esta forma, con la corroboración de los datos es posible imputar los gastos producidos a los responsables sin el beneficio de la duda.

3.1 Software base utilizado

El sistema se fue desarrollado en Java para de esta forma, poder generar código para cualquier sistema operativo que permita instalar la máquina virtual respectiva. Además, se utilizó el framework Springboot para facilitar el desarrollo, con el patrón de diseño MVC (Model View Controller) como base. El sistema propuesto, es una API REST, que permite crear una interfaz de software de aplicación (API) que utiliza solicitudes https para acceder y manipular datos.

Springboot es un framework de código abierto que proporciona a los desarrolladores Java una estructura para comenzar una aplicación Spring con grado de Producción totalmente autoconfigurable. La principal ventaja es poder crear API propias y

desplegar servicios REST para que sea fácil la interacción con otros servicios, como por ejemplo aplicaciones móviles, webs o cualquier otro tipo de cliente que trabaje bajo el protocolo https.[5]

3.2 Funcionalidad de AIS-SD

La principal función del AIS-SD consiste en el análisis de la información almacenada en la estación de trabajo AIS instalada en el puerto donde se instala la aplicación desarrollada. El caso de prueba fue el puerto de la Ciudad de La Plata.

AIS-SD filtra las señales recibidas, primero por el rango especificado en la configuración del sistema y segundo por una diferencia en metros con la señal anterior. De esta forma si dos señales están a menos de 5 metros solo se procesará una porque el trayecto es muy pequeño.

Los filtros previstos son:

- Por perímetro
- Por puntos de interés

En el caso de filtro por perímetro, la función recibe como parámetro dos valores, el primero es una coordenada (latitud, longitud) y el segundo un lista de coordenadas que permiten definir un perímetro. La función retorna verdadero o falso en caso de determinar si la coordenada recibida está o no dentro del perímetro.

Para el filtro de puntos de interés la función opera de manera diferente. Un punto de interés se define como una zona próxima a una coordenada. Esta zona está delimita por un radio (en metros) a partir de dicha coordenada. La función recibe tres parámetros: el primero de ellos es la latitud y longitud de dispositivo (ejemplo la boya), el radio de acción a considerar es el segundo parámetro y el tercero la coordenada a evaluar. El resultado será nuevamente verdadero o falso en función de la distancia entre ambas coordenadas respecto del radio.

El problema aquí es que la distancia no puede calcularse como si fuera un plano o un mapa 2d. Como se tratan de distancias terrestres y se debe tener en cuenta la curvatura de la Tierra, y para ello se utiliza la fórmula del semiverseno. Esta fórmula es una ecuación para la navegación astronómica, que permite el cálculo de la distancia de círculo máximo entre dos puntos de un globo sabiendo su longitud y su latitud.

$$\text{semiversin}\left(\frac{d}{R}\right) = \text{semiversin}(\varphi_1 - \varphi_2) + \cos(\varphi_1) \cos(\varphi_2) \text{semiversin}(\Delta\lambda).$$

Donde, R es el radio de la esfera (en este caso el radio del planeta Tierra y es aproximado), φ_1 es la latitud del punto 1, φ_2 es la latitud del punto 2, y $\Delta\lambda$ es la diferencia de longitudes. Si bien la función pierde precisión a medida que las distancias aumentan, en los casos evaluados por AIS-SE se tratan siempre de pequeñas distancias.

3.3 AIS-SD para el puerto La Plata

La figura 2 presenta la interfaz inicial del sistema desarrollado e instalado en el puerto de la ciudad de La Plata. Cuando la aplicación se instala para una zona portuaria es fundamental realizar la configuración de la misma. Dentro del área de influencia del

puerto se encuentran definidas todas las señales AID provenientes de las ayudas de navegación que serán resguardadas por la aplicación y por ende están en su zona de influencia. Para determinar la zona de influencia del puerto a analizar, basta con seleccionar un punto (latitud y longitud) dentro del mapa. Este punto debería ser aproximadamente el centro geográfico del puerto. Establecida esa coordenada, se define el radio que delimita las señales AID a recibir. En la figura 2, dicha zona está delimitada por el círculo de color verde.

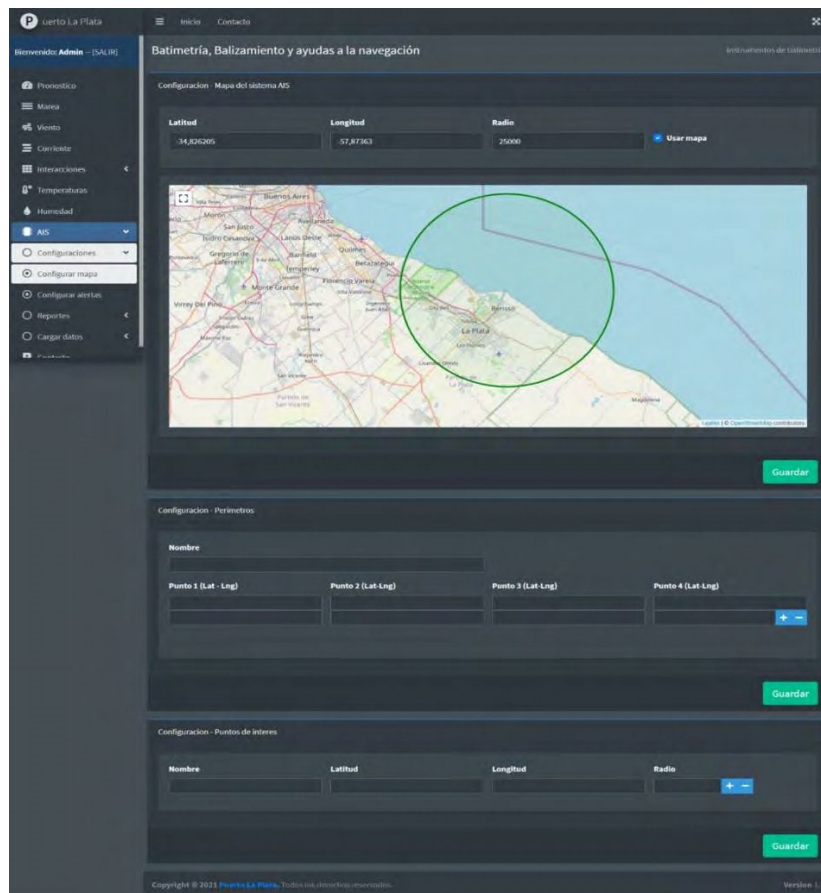


Fig. 2. Sistema AIDS-SD puerto La Plata.

Una vez establecida la zona de influencia se debe constituir al menos un perímetro del puerto. Cada perímetro queda delimitado por un conjunto de cuatro coordenadas cartográficas que delimitan el contorno de la superficie y al cual se le asigna un nombre único. Una vez delimitado los perímetros, se podrá controlar y alertar por el paso de un buque por dicho espacio.

Por último, en la configuración se deben indicar los puntos de interés. La figura 3 presenta una parte del mapa de la aplicación, donde además de observarse la zona de influencia del puerto, se muestra un punto de interés (en este caso una boya). El punto

se marca como la posición GPS del elemento en el río. Además, cada punto de interés esta nombrado de manera unívoca y tiene definido un radio de control, que permite determinar si una embarcación o artefacto de navegación se acerca o viola su zona de control. El radio de control de un punto de interés es mucho menor que el radio de la zona de influencia el cuerpo.



Fig. 3. Puntos de Interés.

AIS SD debe monitorear y almacenar todas las señales de su zona de influencia. Para ello se crean tareas a fin de procesar los mensajes. Una tarea es una acción que lleva a cabo un proceso. Esta tarea va a realizar el procesamiento de datos a fin de decodificar los mensajes que fueron recibidos a través del AIS, los que serán almacenados en una BD.

Luego de creada una tarea, se la identifica en forma unívoca y se le asocia un archivo comprimido el cual puede constar de un conjunto de archivos con mensajes AIS los cuales posteriormente serán decodificados. Para el seguimiento de la tarea se cuenta con una tabla la cual especifica su nombre, su fecha de inicio y finalización y el estado de la misma. Estos estados puede ser: creado, en proceso, finalizado o error; en este último caso junto con un mensaje que informe el tipo de error producido.

La figura 4 presenta otra interfaz del sistema con información relativa a las embarcaciones. Esta información es la recopilada respecto de un buque debidamente identificado en un período de tiempo determinado. Se tiene: Fecha en la que se reciben señales AIS, identificación del buque (MMSI) y total de datos procesado en dicha fecha para dicho buque.

3.3 Generador de reportes

A partir de la información de configuración definida y el almacenamiento de los movimientos de buques en la zona de influencia es posible generar reportes que permitan identificar con seguridad el buque responsable de un evento determinado. Como ejemplo, si una ayuda de navegación (boya) dejara de transmitir o se detectara que su señal proviene de un ubicación GPS diferente a la que tiene definida puede significar que la misma fue colisionada por un buque. Para determinar el posible responsable, se genera un reporte de navegación por el área en cuestión, utilizando la información almacenada en la BD.

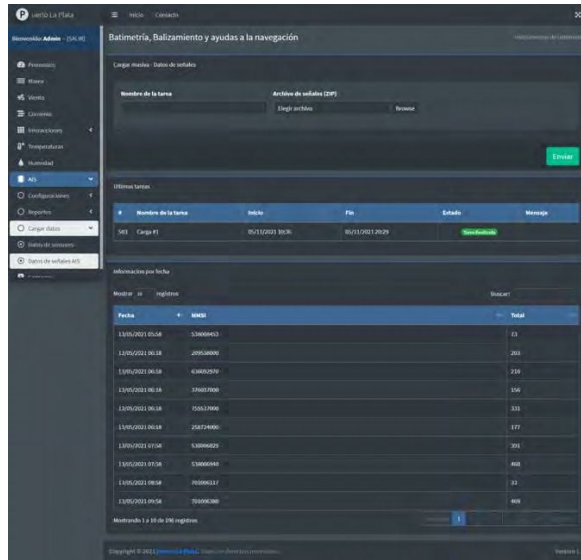


Fig. 4. Buques y posiciones.

El esquema de la figura 5 muestra el proceso de generación de reportes. Como la generación de reporte es un proceso del sistema, el mismo se define como una tarea más. Se indica un rango de fechas a evaluar y se determina con cada mensaje guardado dentro del rango de fecha especificado, si la embarcación se encontraba en el perímetro o punto de interés.



Fig. 4 Generación de Reportes.

4 Resultados Obtenidos

Al momento de definición e implantación del sistema, el puerto de La Plata carecía de una aplicación que permitiera monitorizar las incidencias producidas. Por dicha falencia, los gastos producidos en la reparación o reemplazo de ayudas de navegación eran, en general, responsabilidad económica del autoridad del puerto. Reparaciones o reemplazados de estos elementos resultan muy costosos y además, al tratarse de productos que no se fabrican en el país, contar con los mismos es lento y tedioso.

Desde que la aplicación fue puesta en funcionamiento se han detectado un número relativamente importante de eventos y en todos los casos, a partir de la generación de los reportes del sistema, se ha podido determinar las responsabilidades en cada caso.

Por ende, los costos de reparación han dejado de ser un problema para el presupuesto del puerto, dado que los mismos son imputados a los empresas propietarias de los buques.

El sistema se encuentra operativo desde hace 6 meses, considerando un tiempo muy limitado para poder extrapolar resultados mas representativos. Además, los datos de eventos producidos son considerados reservados por la autoridad portuaria.

5 Conclusiones

AIS tiene numerosas funciones que ayudan a la mejora de la navegación. Algunas de estas mejoras tienen que ver con la seguridad y eficiencia de dicha navegación, la protección del ambiente marino, facilitando la identificación de los buques. Esta última particularidad es de gran importancia para el presente trabajo, debido a que la tecnología de identificación de buque permite conocer el camino seguido por el mismo. A partir de la traza de navegación de cada barco, es posible crear un mapa virtual y detectar cuando se afecta la zona delimitada por un perímetro o punto de interés.

Los mensajes emitidos por AIS son utilizados, en su mayoría, en forma preventiva proporcionando información al navegante para la toma de decisiones que eviten colisiones entre buques.

AIS Signal Detector utiliza la información emitida por AIS para determinar el responsable de generar un daño a una o varias instalaciones portuarias. El sistema procesa la BD generada a partir de los mensajes de datos proporcionados por AIS y se comparan con los perímetros y puntos de interés definidos en el sistema. Cuando se traspasa una determinada zona se crea una alerta.

AIS SD presenta una solución a un problema recurrente que es el costo de reparación de ayudas de la navegación. A partir de su utilización la información generada por AIS ya no solo funciona para evitar colisiones entre buques o como ayudas a la navegación, sino que también permite encontrar el responsable en caso de daños ocasionados a las instalaciones portuarias.

A partir de la utilización de la aplicación desarrollada, se puede decir que el puerto de La Plata es el primer puerto de Argentina en contar con un sistema de esta naturaleza.

Referencias

1. <https://www.argentina.gob.ar/prefecturanaval/ais>
2. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-20094-43550>
3. 2005/53/CE, Directiva de Europa para Navegación. Enero 2005.
4. <https://base-ais.com.ar/teoria-ais/>
5. <https://spring.io/projects/spring-boot>