



UNIVERSIDAD DE LA DEFENSA NACIONAL
FACULTAD DE LA ARMADA
SEDE ESCUELA DE GUERRA NAVAL

ESPECIALIZACIÓN EN CONDUCCIÓN TÁCTICA Y OPERACIONAL NAVAL



TRABAJO INTEGRADOR FINAL

Empleo de Inteligencia Artificial para el desarrollo de las Funciones Operacionales

Autor: CCCDNA Pablo Alberto Delmau

Tutor: CN Álvaro Figueroa

Lugar y Fecha: Buenos Aires, 14 de Diciembre de 2020



Resumen

La Inteligencia Artificial es una de las tecnologías que ha presentado un incremento en cantidad de aplicaciones dentro de la sociedad. Si bien es una tecnología que nació en los años 50, la revolución tecnológica en procesamiento permitió que la Inteligencia Artificial supere constantemente los límites que antaño hubieran sido obra de películas de ciencia ficción. En el ámbito militar, tiene muchas aplicaciones tácticas, como por ejemplo, el control de unidades autónomas, pero no son tantas las aplicaciones en el nivel Estratégico u Operacional.

Particularmente, la Armada Argentina se encuentra en sus primeros pasos hacia el uso de la Inteligencia Artificial. De aquí que el objetivo del presente trabajo fue determinar cómo y dónde pueden aplicarse estas tecnologías en las funciones operacionales en la Armada Argentina.

A partir del desarrollo realizado en el estudio, se pudo corroborar, a modo de hipótesis, que la utilización de Inteligencia Artificial sirve especialmente para mejorar el proceso de toma de decisiones en actividades de Comando y Control.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Funciones Operacionales, Armada Argentina.



Tabla de contenido

Tabla de contenido

Resumen.....	ii
Tabla de contenido.....	iii
Introducción.....	1
Capítulo 1. Posibles usos de la Inteligencia Artificial en las Fuerzas Armadas y en particular la Armada Argentina.....	7
1.1 Definiciones y usos de la Inteligencia Artificial.....	7
1.2 Uso de la Inteligencia Artificial en el ámbito específico militar argentino.....	14
Capítulo 2 - La Inteligencia Artificial aplicada a las Funciones Operacionales. Su uso en la función específica Comando y Control.....	16
Conclusiones.....	28
Bibliografía.....	31

Índice de figuras

Figura 1: Ejemplo de análisis de imágenes en sistema de Aprendizaje Profundo.....	10
Figura 2: Cartel modificado con cinta negra e interpretación del piloto automático de Tesla.....	27



Introducción

La *inteligencia artificial* es un conjunto de tecnologías que emulan al intelecto humano asistiéndolo hoy en diversas tareas. En los últimos años ha tenido un crecimiento exponencial y se utiliza en multiplicidad de aplicaciones, especialmente en el ámbito empresarial.

Este salto tecnológico necesita primero de una comprensión de esta nueva tecnología, para luego poder establecer la factibilidad de su empleo en el ámbito militar particularmente en las funciones operacionales¹ de la Armada Argentina.

La temática que se ha elegido refiere a una de las aplicaciones de la Inteligencia Artificial de interés en el ámbito militar. No se trata del uso técnico de estas tecnologías, como pueden ser los drones autónomos, análisis de imágenes o reconocimiento facial, como ejemplos, sino sus aplicaciones en cuanto a las Funciones Operacionales se trata.

Se remonta a miles de años atrás de la mano de filósofos, inventores y genios como Sócrates, Platón, Aristóteles, Leonardo Da Vinci, Blas Pascal, Charles Babbage, Alan Turing, entre otros. Los tres primeros, ya concebían al cerebro como una máquina que funciona a partir de conocimiento codificado en un lenguaje interno, sentando así las bases de la Inteligencia Artificial.

La Inteligencia Artificial como la conocemos, comenzó a tener mayor protagonismo a partir de la Segunda Guerra Mundial, de la mano de Alan Turing, a partir de las primeras computadoras y de una conferencia realizada en el Darmouth College de Estados Unidos, donde se reunieron para discutir la posibilidad de construir máquinas “inteligentes”. En esta reunión se establecieron los primeros lineamientos de la Inteligencia Artificial de hoy en día.

1 Las Funciones Operacionales son: Comando y Control, Inteligencia, Logística (sostenimiento), Fuegos Operacionales, Protección Operacional y Movimiento y maniobra.



En los años 60 y 70, la Inteligencia Artificial se basó especialmente en los Sistemas Expertos, en los que se encargaba de solucionar problemas concretos, por ejemplo, a partir de una muestra de sangre, el sistema era capaz de diagnosticar trastornos en ella y recetar la medicación correcta para una determinada afección.

Dos grandes escuelas en Inteligencia Artificial se formaron donde la primera de ellas, de Newell y Simon², de la Universidad de Carnegie-Mellon, se propusieron desarrollar modelos de comportamiento con aparatos que se parecieran lo más posible al ser humano, por ejemplo, el sistema de “redes neuronales”. Por otro lado, McCarthy y Minsky³, del MIT⁴ se centraron más en que los productos del procesamiento tengan carácter de inteligente, sin importar que se parezcan al ser humano.

Independientemente de la “escuela de la Inteligencia Artificial”, ambas perseguían los mismos objetivos, “entender la inteligencia natural humana, y usar máquinas inteligentes para adquirir conocimientos y resolver problemas considerados como intelectualmente difíciles” (Ponce Gallegos y otros, 2014).

La Agencia Europea de la Defensa⁵, anunció a fines de junio de 2018, una licitación para el estudio de “Artificial Intelligence and Big Data for decision Making in C4ISR⁶ – ABIDE”. Este estudio busca mejorar el rendimiento de los sistemas C4ISR mediante la aplicación de técnicas de Big Data e Inteligencia Artificial para el apoyo en la tomas de decisiones, centrándose en particular

-
- 2 Allen Newell, investigador en informática y psicología cognitiva de la Universidad de Carnegie-Mellon.
Herbert Alexander Simon, economista, politólogo y teórico de las ciencias sociales de la Universidad de Carnegie-Mellon, donde también enseñó ciencias de la computación.
 - 3 John Patrick McCarthy, matemático, científico de la computación y profesor del MIT, creador del lenguaje LISP.
Marvin Lee Minsky, científico informático, escritor, militar, profesor de Medios de Comunicación y las Ciencias en el MIT.
 - 4 Abreviatura de Massachusetts Institute of Technology o Instituto de Tecnología de Massachusetts.
 - 5 Para simplicidad, en el documento se abrevia como EDA (en inglés, European Defense Agency)
 - 6 Sigla de Comando, Control, Comunicaciones, Computación e Inteligencia, junto con Vigilancia y Reconocimiento.



en establecer requisitos comunes para un sistema de información de alto nivel para totalizar fuentes inteligentes de manera integrada; elegir y establecer principios para facilitar la adopción de arquitecturas modulares y escalables y el diseño global, el desarrollo y las operaciones de los futuros sistemas C4ISR con las más nuevas tecnologías disponibles; analizar y proponer el nivel de Inteligencia Artificial necesario para ayudar a los operadores a interactuar permanentemente con el sistema; proporcionar un medio unificado y multimodal de navegación, consulta y recuperación a través de conjuntos de información interconectados desde sensores y bases de datos de conocimiento respaldados por técnicas Big Data y análisis de datos y reducir la carga de trabajo humana en el campo de la gestión de la información y restablecer el valor añadido humano cada vez que sea necesario para la interpretación de la información (MDA, 2020).

Autores como Santiago Maroto Domínguez en su trabajo “*Aplicación de Técnicas de Inteligencia Artificial sobre Sistemas C8I*”⁷, considera a la Inteligencia Artificial en aplicaciones tanto Estratégica, Operativa, como Tácticamente, y dentro de dos técnicas distintas, la aplicación de Técnica Inteligencia Artificial Madura, y la aplicación Técnica Inteligencia Artificial Novedosa. Dentro de la técnica madura, propone el establecimiento de la Inteligencia Artificial para: a nivel Estratégico, Determinación de tendencias, a nivel Operacional; Gestión de infraestructuras y predicción de errores y averías y en optimización de rutas; mientras que a nivel Táctico; Reconocimiento de hablantes, idioma, facial y de patrones parametrizables como por ejemplo la firma radar. Dentro de la técnica novedosa, propone a nivel Estratégico, Operaciones basadas en efectos; a nivel Operacional, Apoyo a la función Logística; mientras que, a nivel Táctico, Radio diseñada por software y Conducción autónoma. Este autor concluye que la Inteligencia Artificial es aplicable a soluciones en sistemas C8I en entornos operativos o tácticos, en los que no caben decisiones en tiempo no acotado. Asimismo, es

7 C8I, abreviatura de Comando y Control, Comunicaciones, Computadoras, Cloud (nube) Combate Colaborativo, Ciberseguridad e Inteligencia.



aplicable también en la optimización de comunicaciones, tanto en calidad como disponibilidad. Vislumbra también la necesidad de una gran cantidad de datos para entrenamiento, evaluación y test para los sistemas basados en Inteligencia Artificial; así como también un sistema de gran capacidad de cálculo. (Maroto, 2019).

En la actualidad, hay pocos trabajos orientados a las Funciones Operacionales, basados básicamente al Comando y Control. La OTAN⁸ trabaja en varios proyectos del cual un ejemplo es el *Strategic Command and Control (C2) System for CSDP Missions and Operations*. El mencionado sistema es un conjunto de herramientas de apoyo a los sistemas de información y apoyo a la decisión para los mandos estratégicos, integrando la Inteligencia, vigilancia, Comando y Control y sistemas logísticos (IEEE, 2017, pág 75).

Vinculado con lo anterior, surge el siguiente problema de investigación ¿En qué funciones operacionales y de qué manera se puede emplear la *inteligencia artificial* en la Armada Argentina?

Como respuesta a este interrogante, se afirma a modo de hipótesis que la utilización de Inteligencia Artificial sirve especialmente para mejorar el proceso de toma de decisiones en actividades de Comando y Control y Sostenimiento, así como también en otras funciones operacionales asignadas a la Armada.

El alcance de este estudio se limita al análisis de la aplicación de la Inteligencia Artificial en la función operacional Comando y Control considerándola en principio como un primer escalón para la incursión de la Armada en este ámbito tecnológico. En una etapa posterior y consolidada la innovación se la podrá extender a otras funciones operacionales. Asimismo, debido a la gran competencia existente en empresas del sector, las capacidades reales y especificaciones de algunas tecnologías son de acceso

8 Siglas de Organización del Tratado del Atlántico Norte.



restringido, quedando sólo disponibles datos e informaciones provenientes de fuentes abiertas.

También, como se limita el alcance de este trabajo a la aplicación en la Armada Argentina, será basado principalmente en un posible teatro de operaciones marítimo.

Se realiza una investigación de tipo exploratoria y descriptiva. En la etapa exploratoria se analizan fuentes primarias y secundarias en relación a los métodos de inteligencia artificial empleados en los procesos de toma de decisiones, especialmente en organizaciones militares de países líderes. En la etapa descriptiva se realiza el análisis de una función operacional como paso previo a la elaboración de una propuesta de mejora.

De acuerdo con lo expresado, el objetivo general es determinar una propuesta de implementación de un sistema basado en inteligencia artificial que aumente la eficiencia en la función operacional Comando y Control.

A su vez los objetivos específicos, son detallar los alcances técnicos que tiene la inteligencia artificial en sí misma y para su uso general en el ámbito de la Armada Argentina, identificar las funciones operacionales en las que se pueda utilizar la inteligencia artificial, y determinar el alcance y las limitaciones actuales de la función operacional seleccionada.

En cuanto a la organización del trabajo y en correspondencia con los objetivos que se plantean, en el primer capítulo, se define la Inteligencia Artificial, al igual que las tecnologías que la componen, ellas son Visión de Computadora, Procesamiento del Lenguaje Natural, Sistemas Expertos, Robótica, Voz y Aprendizaje de Máquina, esta última subdividida en Aprendizaje supervisado, no supervisado y profundo. Asimismo, se describen los posibles usos de la Inteligencia Artificial en el ámbito militar, y específicamente en la Armada Argentina.

En el segundo capítulo, se explica qué aspecto de las tecnologías descriptas se pueden aplicar a la Función Operacional Comando y Control.



Como aporte teórico, y debido a que es una tecnología novedosa y de escasa aplicación institucional, se considera que el contenido que se desarrolla podrá ser un aporte productivo para la inserción de la Armada Argentina en el nivel Operacional.

Los antecedentes de la aplicación de la Inteligencia Artificial en el ámbito militar son escasos pese a que se menciona su necesidad en el PLAN CAMIL 2011 por lo cual el aporte al campo disciplinar es el de brindar una propuesta de tecnologías de IA que faciliten la toma de decisiones en ambientes de incertidumbre en la función operacional seleccionada. Asimismo, se busca que ellas tengan plena interoperabilidad conjunta en su aplicación transversal, a la vez de vertical para su vinculación con el nivel táctico.



Capítulo 1. Posibles usos de la Inteligencia Artificial en las Fuerzas Armadas y en particular la Armada Argentina

1.1 Definiciones y usos de la Inteligencia Artificial

Según la Real Academia Española, la Inteligencia Artificial es una disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico (RAE, 2020).

La Inteligencia Artificial estudia cómo lograr que las máquinas realicen tareas que, hasta el momento, son mejor realizadas por humanos, buscando el deseo de crear seres semejantes al humano, tanto en aspecto como en comportamiento. La ventaja de realizar tareas por medio de una máquina es que se reducen drásticamente los tiempos de respuesta y se elimina la subjetividad humana. Asimismo, también existen desventajas.

A principios del mes de marzo del corriente año, una noticia recorrió el mundo acerca de un error en la Inteligencia Artificial que provocó un accidente de tránsito en los Estados Unidos de América; un fallo en el piloto automático de un vehículo produjo que el mismo colisionara en una autopista del mencionado país, en donde su ocupante, un ingeniero de Apple falleció en el momento (Infobae, 2020).

Algunas de las mentes más brillantes que trabajan con estas tecnologías, como lo son Bill Gates, o Elon Musk, sumado a varias Organizaciones no Gubernamentales y a varios países, han realizado una campaña en el año 2012 para prohibir el uso de armas autónomas (o completamente autónomas), solicitando que haya al menos algo de control humano detrás de estas máquinas. Entre otros, el objetivo de la carta abierta que promulgaron era prevenir una carrera armamentista de armas autónomas, proteger a los civiles de la mala utilización o utilización con fines maliciosos de las mismas.

Varios autores consideran distintas definiciones y clasificaciones de la Inteligencia Artificial, así como se han identificado diversas inteligencias en el



ser humano (emocional, musical, etc.). Según la publicación “Inteligencia Artificial” de Julio César Ponce Gallegos y otros (2014), algunas de estas definiciones son las que se mencionan a continuación:

- Ciencia de la Obtención de máquinas que logren hacer cosas que requerirían inteligencia si las hiciesen los humanos (Minsky, 1968).
- Nuevo esfuerzo excitante que logre que la computadora piense... máquinas con mentes, en el sentido completo y literal (Haugeland, 1985).
- Estudio de la computación que observa que una máquina sea capaz de percibir, razonar y actuar (Winston, 1992).
- Rama de la ciencia computacional preocupada por la automatización de la conducta inteligente (Luger and Stubblefield, 1993).
- Máquina Inteligente es la que realiza el proceso de analizar, organizar, y convertir los datos en conocimiento, donde el conocimiento del sistema es información estructurada adquirida y aplicada para reducir la ignorancia o la incertidumbre sobre una tarea específica a realizar por ésta (Pajares y Santos, 2006, pág. 16).

La Inteligencia Artificial se divide en distintas sub disciplinas, las que a continuación se detallan y que fueron tomadas en cuenta para la realización de este trabajo.

Aprendizaje automático

Como lo indican Goodfellow y otros (2016), esta sub disciplina consiste en utilizar algoritmos que aprenden observando las interacciones con el mundo y sus procesos de toma de decisiones. Los algoritmos utilizados en el Aprendizaje Automático pueden ser rápidamente categorizados, según la forma en la que se obtiene la experiencia, como supervisado y no supervisado.



El primero utiliza un conjunto de datos que le indican cuáles valores son los correctos, una vez entrenado el algoritmo, se procede a entregar los datos de entrada para recibir una salida esperada. Este tipo de algoritmo es utilizado generalmente en tareas de regresión. Un ejemplo de aprendizaje supervisado es la predicción del movimiento de los mercados.

En el segundo caso, para algunas tareas es difícil saber qué datos son los correctos para que el sistema aprenda de la experiencia, en esta situación es que el aprendizaje no supervisado es utilizado, el algoritmo identifica patrones y relaciones en el conjunto de datos de entrada. Si bien es una tarea más difícil que la anterior, es ideal para trabajos de clasificación y/o encontrar patrones ocultos. Un ejemplo de esto, es el filtrado de conversaciones a partir de una grabación con sonido ambiente y música de fondo.

También existe el aprendizaje por refuerzo, el cual utiliza un algoritmo de aprendizaje semejante al no supervisado, al que se le aplica un sistema de castigo y recompensa, lo que optimiza al algoritmo en encontrar la solución deseada por medio de su propia experiencia e interactuando con el entorno.

Por otra parte, el aprendizaje profundo es otra de las ramas del Aprendizaje Automático, el mismo permite a las computadoras aprender desde la experiencia y comprender el mundo en términos de jerarquía de conceptos (Goodfellow y otros, 2016). Esta disciplina es aplicada, por ejemplo, en donde hay gran cantidad de datos (Big Data), cuando ellos no están estructurados o rotulados.

Generalmente, este y todos los anteriores tipos de aprendizaje fueron migrando a un tipo de arquitectura llamada redes neuronales. Estas redes neuronales constan de distintas capas de procesamiento, y estas capas están, a su vez, compuestas de "neuronas" que realizan cierto procesamiento individual para ser entregado a la capa siguiente. Estas neuronas están interconectadas capa a capa, pero cada interconexión está ponderada por un



“peso”, un valor que toma en consideración el procesamiento de una neurona por sobre otras.

Como se mencionó anteriormente, existen diferentes capas de procesamiento y estas son por lo menos de tres tipos distintos: una capa de entrada, una o varias capas ocultas⁹ y una capa de salida.



Figura 1: Ejemplo de análisis de imágenes en sistema de Aprendizaje Profundo

FUENTE: Goodfellow, I. (2020, página 6).

Como se aprecia en la figura número uno, en un sistema de Aprendizaje Profundo diseñado para analizar imágenes podría existir una capa de entrada donde ingrese cada uno de los píxeles que componen una imagen. Una primera capa oculta podría dedicarse a la detección de bordes mediante el contraste que existe con otros píxeles de las proximidades. Una vez detectados los bordes, otra capa oculta podría rápidamente detectar esquinas, que no son más que una unión de dos bordes. Otra capa oculta podría basarse de la descripción de bordes y esquinas para detectar partes específicas de un objeto (como por ejemplo una rueda, una oreja, etc.). Una última capa determinaría, a partir del análisis de las partes específicas de los objetos, qué hay en la fotografía.

⁹ Las capas ocultas se caracterizan porque no muestran el resultado del procesamiento en los datos de salida, mas son un cálculo intermedio cuyo resultado es entregado a la capa siguiente.



La red neuronal en ocasiones utiliza un algoritmo llamado “Backpropagation” o propagación inversa, el cual retroalimenta la cadena para entrenar la red neuronal re acomodando los parámetros del modelo. El dato ingresa por la entrada al algoritmo, siendo modelado según patrones reales seleccionados aleatoriamente, se computa la salida por cada neurona de la o las capas ocultas hasta la capa de salida, se calculan los errores en las salidas y de la capa de salida se retroalimenta la capa oculta, ajustando el “peso” de cada neurona para reducir el error, se repite el proceso hasta obtener la salida deseada. Este concepto es similar al aprendizaje por refuerzo, salvo que este ajuste se realiza neurona por neurona.

A continuación, se definen el resto de las sub disciplinas de la Inteligencia Artificial, aunque de manera más escueta porque básicamente están basadas en el Aprendizaje Automático y Aprendizaje Profundo, explicado con anterioridad.

Procesamiento del Lenguaje Natural: Otra de las sub disciplinas de la Inteligencia Artificial es el Procesamiento del Lenguaje Natural, éste consta de la comunicación entre máquinas y humanos en idioma de éstos últimos (español, inglés, etc.) (Goodfellow, 2016). Esta sub disciplina está basada en el Aprendizaje Automático y Aprendizaje Profundo, así como la utilización de técnicas de red neuronal.

Al igual que un niño aprendiendo su lenguaje natal, la máquina analiza estadísticamente los sonidos y los relaciona con significados en el medio ambiente, aprendiendo a relacionarlos. La filosofía de esta sub disciplina es que las computadoras fueron creadas para resolver problemas de la humanidad, por lo que deben aprender nuestro lenguaje y no nosotros aprender el de ellas (Gelbukh, 2010).

Algunos de los grupos de aplicaciones de esta tecnología son, la traducción, donde el dato ingresado es una oración en un idioma humano, para ser obtenido un dato de salida el cual consta de otra oración en otro idioma humano que significa lo mismo. Otra es la denominada extracción de



información o manejo del conocimiento, donde el dato ingresado es un texto completo o varios textos relacionados, para ser obtenido un dato de salida que consta de un resumen del mismo. Por último, otra es la interfaz humano-computadora, en donde la máquina debe comprender lo que el humano está diciendo y hacerse entender en un idioma comprensible para el usuario.

Reconocimiento del habla: La sub disciplina es llamada voz de máquina o reconocimiento del habla. Mediante ésta, la máquina es capaz de reconocer la voz humana y producir el resultado de lo dicho de manera escrita (voz a texto), o bien a la inversa, a partir de un texto escrito, reproducir el mismo por parlantes en forma de voz humana (texto a voz). Otro de los usos es aplicado a la seguridad, con el reconocimiento por voz, como por ejemplo el reconocimiento de grabaciones de voz falsas o el reconocimiento facial y de voz para accesos restringidos (Thorat y otros, 2019).

Al igual que con las anteriores, se utiliza una técnica de Aprendizaje Automático y Aprendizaje Profundo (Goodfellow, 2016). Una técnica de Aprendizaje Automático supervisado es aplicada, por ejemplo, en los teléfonos inteligentes, en los que el dispositivo va escuchando al propietario para desarrollar una base de datos y así poder mejorar la experiencia de, por ejemplo, el asistente¹⁰.

Sistemas Expertos: Un sistema se considera experto cuando es capaz de representar conocimiento sobre cómo resolver un problema mediante reglas del tipo “Si – Entonces” (IEEE, 2017). Un ejemplo de esta utilización de reglas sería un sistema médico que, al indicarle que síntomas presentamos (Si), nos represente el diagnóstico (Entonces), y hasta podría indicar la prescripción farmacológica para esa patología.

¹⁰ Los asistentes de los teléfonos inteligentes son los que comúnmente se los llama por nombre propio según la empresa, ejemplos de estos son: Siri (Apple - IOS), Cortana (Microsoft - Windows), Asistente de Google (Google - Android), etc.



Los Sistemas Expertos son considerados como la sub disciplina que más se ha trabajado dentro de la Inteligencia Artificial. Un Sistema Experto posee un gran conocimiento, pero definido siempre a un campo en específico. En el campo de su experiencia, el sistema es capaz de razonar tanto o quizás mejor que un ser humano.

Dentro de esta sub disciplina se pueden encontrar algunas aplicaciones militares como por ejemplo, en la defensa, para planificar misiones, entre otros (IEEE, 2017).

Un detalle a tener en cuenta es que el conocimiento ingresado como base o entrenamiento debe ser de calidad, y en caso de ser varios los expertos que aportan conocimientos, que la misma no sea contradictoria.

Es necesario que este sub sistema esté estrechamente relacionado con el sub sistema Procesamiento del Lenguaje Natural y posiblemente con el Reconocimiento del Habla. Esto se debe a que el Sistema Experto debe interactuar con personas en su idioma y, para mayor comodidad del usuario, en lo posible mediante el habla.

Visión de máquina: Tal vez la sub disciplina más atractiva sea la visión de máquina. Los algoritmos más populares del Aprendizaje Profundo son para realizar reconocimiento de objetos o reconocimiento de caracteres (Goodfellow, 2016).

Como lo indican José Javier Rainer Granados y Luis Rodríguez Baena en la publicación “La inteligencia artificial aplicada a la defensa” (2017), “La visión por computadora aborda métodos para capturar la información, procesar, analizar y, quizás lo más importante, comprender las imágenes del mundo real con el fin de tomar decisiones” (página 30).

Al igual que las anteriores sub disciplinas, ésta utiliza en su mayoría técnicas de Aprendizaje Automático y Aprendizaje Profundo. Así como el cerebro lo hace, el proceso de reconocimiento de objetos necesita que exista un



aprendizaje previo del objeto a reconocer, independientemente del color, tamaño, posición, etc., para esto se vale del aprendizaje supervisado.

Robótica: Por último, la Robótica, es otra sub disciplina, pero esta engloba al resto de las anteriormente mencionadas en el sentido de que un robot¹¹ requiere ver, oír e interpretar las órdenes que el ser humano le da y comunicarse eficientemente con él. Y así como las anteriores sub disciplinas utilizan técnicas de Aprendizaje Automático y Aprendizaje Profundo, esta también lo hace.

Las aplicaciones de la robótica son muy variadas, desde máquinas que realizan trabajos continuos en fábricas, hasta vehículos no tripulados, ya sean aéreos, marítimos, terrestres o espaciales.

1.2 Uso de la Inteligencia Artificial en el ámbito específico militar argentino

En la publicación “Reconversión del Instrumento Militar” del Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas¹² del año 2019, se establece como Capacidades Críticas para el corto, mediano y largo plazo a la Inteligencia Artificial, mencionando que “el desarrollo de ingenios basados en inteligencia artificial es transversal a todas las líneas de acción” (EMCO, 2019, pág. 20).

En esta publicación, el EMCO tiene en cuenta a la Inteligencia Artificial para el desarrollo de ingenios como:

- Sistemas no Tripulados: tanto aéreos, terrestres o navales.
- Comando y Control: Desarrollar una arquitectura para facilitar la toma de decisiones en todos los niveles de la conducción.
- Ciberdefensa: Incorporar plataformas de Inteligencia Artificial para la optimización de capacidades de defensa en este espacio (pág. 20).

11 Robot: máquina o ingenio electrónico programable, capaz de manipular objetos y realizar operaciones antes reservadas solo para personas. Definición de la Real Academia Española.

12 Para simplificación del documento, el Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas se lo nombra por sus siglas EMCO.



Si bien al momento de la realización de este trabajo fue derogada la Directiva de Planeamiento de la Defensa Nacional (DPDN¹³) aprobada en su oportunidad por el Decreto N° 703/2018 y que respaldaba la reconversión citada, esta continúa vigente, aunque las acciones emergentes se han visto demoradas por la asignación de tareas de apoyo a la comunidad por la situación de pandemia que asuela el planeta. Así también cabe agregar que el uso militar de las nuevas tecnologías ya constaba en la DPDN de la administración 2011-2015 por lo cual resulta totalmente plausible que su implantación continuará siendo una meta del planeamiento militar.

Debido a que la Directiva de Política de Defensa Nacional del 2018, ha sido derogada por los decretos anteriormente mencionados, por lo que, retrotrayendo a la DPDN del año 2014, la misma solamente menciona que el uso militar de las nuevas tecnologías impulsa nuevas formas de guerra, así como también modificaría la profesión militar y la configuración del campo de batalla. En ese mismo documento menciona la importancia que está adquiriendo el ciberespacio para el desarrollo de operaciones militares. Establece que el ciberespacio no es considerado como otro espacio, así como el terrestre, marino o aéreo, sino que es una dimensión transversal a estos espacios. En esta directiva se establece que sólo una porción de las operaciones en este espacio afecta específicamente el ámbito de la Defensa Nacional. (PEN, 2014). Por ende, esta DPDN no hace alusión a la Inteligencia Artificial o sus aplicaciones.

En la Armada Argentina en particular, sin contar los enumeradas anteriormente para el EMCO, no se encuentran otras aplicaciones en las que se esté utilizando la Inteligencia Artificial en la actualidad.

13 Para simplicidad en el documento se nombra por sus siglas DPDN.



Capítulo 2 – La Inteligencia Artificial aplicada a las Funciones Operacionales. Su uso en la función específica Comando y Control

Según lo establecido en la publicación “Maritime Operations at the Operational Level of War NWP 3-32” de la Marina de los Estados Unidos de Norteamérica, “[...] las funciones operacionales son capacidades y actividades relacionadas que, agrupadas, ayudan a los comandantes operacionales a integrar, sincronizar y dirigir operaciones conjuntas”¹⁴ (NWP, 2008, pág. 7-18), La publicación “Doctrina para el empleo de las FAS” del Ministerio de Defensa de España define a las funciones operacionales de manera similar, pero a la vez indica que:

Las funciones conjuntas proporcionan una herramienta conceptual para que el comandante visualice las actividades de la fuerza, las relacione, engarce los niveles estratégico, operacional y táctico, y se asegure que los aspectos más relevantes de la operación son tenidos en cuenta. Las funciones conjuntas están interrelacionadas, se apoyan y se complementan unas con otras (PDC, 2018, pág. 127).

Las funciones operacionales están interrelacionadas entre sí, por ejemplo, incrementando la inteligencia se acrecienta la protección, lo que aumenta la habilidad de los fuegos operacionales (NWP 3-32, 2008, pág. 6-1).

No nos detendremos a definir y explicar la totalidad de las funciones operacionales, al igual que, por razones de tiempo y espacio de trabajo, no se analizarán todas, sino que el análisis se realizará solamente con el Comando y Control, considerando que esta función operacional articula a las otras funciones.

En esta inteligencia, el Comando y Control es la Función Operacional une las otras cinco, cuya finalidad es asegurar que las operaciones se lleven a cabo

14 Traducción propia



de acuerdo a las directrices del comandante. El comando planifica y el control ejecuta.

Se basa en el liderazgo, la combinación de juicio e intuición, el manejo de los tiempos en la toma de decisiones, la organización de mando, la retención y delegación de autoridad, la doctrina, el asesoramiento especializado, los sistemas de información y comunicaciones, la coordinación y cooperación con otros actores, el planeamiento conjunto, combinado e integrado con otros instrumentos de poder y la sincronización de esfuerzos. (PDC, 2018, página 128).

Para la Marina de los Estados Unidos:

“Comando y Control es el medio por el cual un comandante operacional sincroniza y/o integra las actividades de la fuerza con el fin de lograr la unidad de esfuerzo. La unidad de esfuerzo sobre operaciones complejas es posible a través del planeamiento centralizado y ejecución descentralizada” (NWP 3-32, 2008, pág. 6-4).

El Comando y Control se basa en la velocidad de toma de decisiones, por lo que es necesario la celeridad con la que se obtiene la información y se determina el “conocimiento de la situación”¹⁵, para entregarle al decidor las alternativas y éste determine cuál es la opción más conveniente.

La evaluación de la situación requiere tener un buen conocimiento del campo de batalla en tiempo real, bajo un sistema de adquisición de datos por medio de drones, satélites, patrullas adelantadas o cualquier otro sistema de obtención y con el propósito de determinar la composición y disposición del enemigo. En este sentido, “El Comandante debe ser responsable de la información emergente de inteligencia, vigilancia y reconocimiento que difiera significativamente de las expectativas y estar preparado para ajustar el plan en ejecución” (NWP, 2008, pág. 6-7).

¹⁵ También conocido como “Situational Awareness”.



Un dron autónomo dotado de un sistema de visión de máquina puede reconocer contactos para luego clasificarlos, ya sea por comportamiento, reconocimiento de siluetas, firma infrarroja y/o firma acústica. Este sistema podría estar apoyado por un sistema de Aprendizaje Automático supervisado, destinado a la determinación de qué tipo de plataforma se trata dependiendo de su firma radar, sonar, etc. Además, un sistema Procesamiento del Lenguaje Natural en la misma plataforma podría interceptar las comunicaciones y analizarlas, reconociendo patrones, como, por ejemplo, qué idioma se está utilizando y, determinado el idioma, se lo podría traducir al que utiliza la fuerza, siendo fuente también para la identificación de los contactos. En el caso de que la información estuviese encriptada, se actuaría mediante un sistema Aprendizaje Profundo para descifrar el contenido de la comunicación. Esto sirve para contrarrestar la niebla de la guerra.

Otro de los aspectos de aplicación de la Inteligencia Artificial sería la obtención de información de la cultura, religión y diplomacia, entre otros (IEEE, 2017). Asimismo, en la etapa de planeamiento, surgen Requerimientos Críticos de Información. Para todo esto es necesario un sistema basado en el Aprendizaje Profundo que recoja y analice la información obtenida de internet. Mediante el método de Aprendizaje Profundo, se podría escudriñar la Big Data disponible en el ciberespacio para obtener información, así como la inteligencia humano-artificial podría abastecer también a este sistema con información confiable y útil.

Si bien lo anterior pertenece a la función operacional Inteligencia, es una parte importante para el Comando y Control, dado que se debe tener un conocimiento de la situación en todos los aspectos y niveles. Una vez adquirida y analizada la información, este sistema estaría en condiciones de modelar y simular acciones del actor oponente basado en la conducta de los dirigentes, determinación y moral del personal que componen sus fuerzas armadas, con el fin ulterior de obtener los mejores modos de acción, particularmente en la etapa de planeamiento.



Un rápido análisis de la situación y la información necesaria para tomar la decisión a mayor velocidad que el oponente logrará obtener la iniciativa, dándole mayor libertad de acción al comandante. Cualquier cambio en la disponibilidad de los activos, el desgaste, los requisitos en la escena, las prioridades, la disposición del enemigo o las tácticas enemigas pueden desencadenar la necesidad de una redistribución (NWP, 2008, pág. 6-7). Es responsabilidad del comandante monitorear los cambios y prepararse para realizar los ajustes necesarios para llegar al Estado Final Deseado.

Basado en la inteligencia recibida, las amenazas y la dirección de la misma, un sistema Inteligencia Artificial del tipo Aprendizaje Profundo puede determinar las mejores disposiciones, formaciones y maniobras para presentarlas al decidor. Asimismo, un sistema de Aprendizaje Automático puede determinar de manera autónoma y mucho más precisa el sistema de reaprovisionamiento de las unidades basadas en las estadísticas de los consumos de las mismas, y en las velocidades, estado del mar, etc.

Con el avance de la tecnología, la línea que divide los niveles táctico, operacional y estratégico se torna imprecisa permitiendo al comandante de nivel estratégico y operacional tener el control de la situación táctica. Es necesario tener en cuenta que la ejecución descentralizada explota la habilidad del comandante táctico y/o comandante de unidades a tomar decisiones en el campo dentro de operaciones complejas que se desarrollan rápidamente (NWP, 2008, pág. 6-6).

En el planeamiento mismo, el comandante podría establecer sus órdenes, intención, guía y requerimientos críticos de información en un formato para fácil lectura de una máquina mediante el Proceso del Lenguaje Natural. Un sistema de Aprendizaje Profundo podría calcular, para cada modo de acción, el riesgo, aproximando el número de bajas y pérdidas materiales en base a simulaciones, con el fin de determinar cuál de los modos de acción determina el menor riesgo, así como necesidades sanitarias (cadena de evacuación, previsión de ocupación de camas, etc.). El planeamiento jamás termina,



cuando el planeamiento inicial finaliza y las fuerzas comienzan con la maniobra y movimiento, el comandante necesita ejercer el control de la fuerza, por lo que necesita realizar una supervisión constante de las acciones a fin de ajustarlas a la dinámica de la situación. De esto emergen nuevos Requerimientos críticos de información, que pueden ser solventados por el sistema de Aprendizaje Profundo mencionado anteriormente, sobre el campo de batalla.

Muchos intentos de incorporar a la Inteligencia Artificial en el proceso de planeamiento militar fueron realizados. En la década de los 80 se determinaron dos posibles aplicaciones militares, los Sistemas Expertos y el Procesamiento del Lenguaje Natural. El primero debía poseer la capacidad de resolver problemas, asesorar, predecir y proveer una racionalidad en un área estrecha de consideración. El segundo tendría la capacidad de comunicar al usuario con el sistema de Inteligencia Artificial. Debido a que la tecnología de las computadoras no estaba a la altura de procesar el sistema de Inteligencia Artificial, en particular la comunicación humano-máquina, esto debió hacerse por medio una cantidad muy limitada de comandos, por lo cual el proyecto fracasó.

A modo de ejemplo, para la época de la Guerra del Golfo Pérsico (Operación Tormenta del Desierto), DARPA¹⁶, en sociedad con la Corporación MITRE y la Universidad Carnegie-Mellon, desarrollaron una herramienta que por medio de inteligencia artificial podía identificar los requerimientos logísticos militares. Para el Comando de Transportes Norteamericano y el Comando Europeo el sistema fue un éxito. El sistema ideado en esa época fue evolucionando finalizando en el sistema JADE¹⁷, una herramienta de planeamiento que realiza los planes de despliegue a gran escala y de gran complejidad en un tiempo aproximado de una hora. (Branch, 2018).

16 DARPA, siglas de Defense Advanced Research Projects Agency o Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa, de los Estados Unidos de Norteamérica.

17 JADE, siglas de Joint Assistant for Development and Execution o Asistente para el Desarrollo y Ejecución Conjunto.



Así como lo indica la publicación NWP 3-32, “el comandante operacional debe estar completamente informado por todos los medios posibles, para que las acciones de control ayuden y no sean un obstáculo” (NWP, 2008, pág. 6-6).

Es necesario mantener un sistema de seguridad acorde con la clasificación que posea la operación. La clasificación dependerá de diversas situaciones como, por ejemplo, si la operación es multinacional o solamente la integrará personal nacional. Dependiendo de la clasificación, será necesario un canal de comunicaciones lo suficientemente seguro para que estas no sean vulneradas. Internet, RINA¹⁸, comunicaciones satelitales o comunicaciones de datos por radiofrecuencia son las opciones que la Armada Argentina tiene para elegir en cuanto a los canales de comunicaciones. Hay que tener en cuenta que existen sistemas de cifrado de información que permiten que los sistemas más vulnerables sean un poco más seguros. Así como se mencionó anteriormente que un posible uso de la Inteligencia Artificial sería el descifrado de comunicaciones, si el enemigo posee esta capacidad, nuestras comunicaciones serán vulnerables. Esto porque ya que no existe sistema invulnerable entonces, se procurará fortalecer lo suficiente el sistema de cifrado para que el tiempo de descifrado sea lo suficientemente grande como para que la información que se interceptó sea obsoleta.

Algunas de las herramientas para la Inteligencia Artificial que le permita determinar el grado de cumplimiento de la misión son las medidas de performance (MOP)¹⁹ y las medidas de efectividad (MOE)²⁰.

Por un lado, el MOP es un criterio utilizado para evaluar las acciones de la propia fuerza vinculado a medir el cumplimiento de una tarea. Mientras que el MOE es un criterio utilizado para evaluar los cambios en el comportamiento

18 RINA, siglas de Red Interna Naval, es una red interna basada en Internet de la Armada Argentina.

19 Para simplicidad en el documento se lo nombrará por sus siglas en inglés Measure of Performance (MOP).

20 Para simplicidad en el documento se lo nombrará por sus siglas en inglés Measure of Effectiveness (MOE).



del sistema, la capacidad o el entorno operativo que está vinculado a la medición del logro de un estado final, el logro de un objetivo o la creación de un efecto (NWP, 2008, pág. 6-7)

El ciclo de decisión del comandante lo ayuda a comprender el entorno operativo y a ejecutar el diseño operativo durante la preparación y ejecución de la campaña. Observación, evaluación, decisión y acción²¹ es el ciclo que sigue el proceso de decisión del comandante.

Dentro de la observación, se procede a obtener información cruda en forma de datos, siendo procesada, integrada, evaluada y sintetizada hasta obtener el cuadro de situación. El sistema de Inteligencia Artificial encargado de este proceso debería obtener los datos de diversas fuentes, procesarlo mediante la organización, filtración y formateo. Esta información se integra analizando su credibilidad, relevancia e importancia pasando a ser información correlacionada. Esta última es evaluada y sintetizada para integrar por último el cuadro de situación. Por la complejidad del proceso, el sistema debería ser de Aprendizaje Profundo y Sistemas Expertos, o bien varios sistemas de Aprendizaje Profundo y Sistemas Expertos interrelacionados. Cabe destacar que, ante la evaluación de la información, no se podrá suplantar la intuición del comandante debido a es algo que se va obteniendo con la experiencia, pero un Sistema Experto podría agilizar el tiempo en la fase analítica. Uno de los grandes obstáculos a determinar es saber cuándo la búsqueda de información no mejora la decisión.

Como resultado de la Decisión y la Acción, un sistema de Inteligencia Artificial basado en Procesamiento del Lenguaje Natural podría dedicarse a la redacción de intenciones, órdenes y planes para los comandantes subordinados.

Para cada uno de los procesos mencionados se puede establecer un sistema de Inteligencia Artificial que asesore al comandante con el fin de optimizar el tiempo de respuesta. Es necesario aclarar que, si bien este ciclo podría darse

²¹ También es conocido como ciclo OODA.



completamente por un sistema de Inteligencia Artificial, se debe dejar el poder de decisión al ser humano.

Ya establecidas las capacidades de la tecnología en estudio, se deberá especificar, sin entrar en detalles técnicos, cuáles son las necesidades que un sistema de Inteligencia Artificial que cumpla con los requerimientos anteriormente mencionados necesita.

Los algoritmos del Aprendizaje Profundo fueron evolucionando motivados por una perspectiva neurocientífica, desde un simple algoritmo en la década del '50 a redes neuronales con algoritmos muchos más complejos en la actualidad. Esta evolución produce un incremento en la carga que recibe el procesador de la computadora, debiendo realizar más operaciones implicando un aumento en el tiempo de procesamiento. El mismo inconveniente se presenta con el uso y velocidad de transferencia de la memoria. Si bien los algoritmos desde 1980 a la fecha no han variado sustancialmente respecto a los de la actualidad, han sido optimizados, y lo más importante, el avance de la tecnología actual permite que esos algoritmos se desempeñen con los recursos que necesitan (Goodfellow, 2016).

Las redes neuronales poseen un número de conexiones por neurona del orden de un cerebro de un mamífero desde hace décadas. Han pasado del orden de las 10 conexiones en la década de los '50²² a unas 10⁴ conexiones en 2015²³. Las redes neuronales han duplicado su tamaño cada 2,4 años desde que se introdujeron las capas ocultas. (Goodfellow, 2016). Mientras más grandes las redes neuronales, se pueden lograr tareas más complejas o mejorar la exactitud de las tareas que se realizaban hasta el momento. Gracias a los avances tecnológicos en computación, el margen de error que presenta el Aprendizaje Profundo ha caído, por ejemplo, de un 26,1% a por

22 La red neuronal era la "Adaptive Linear Element"

23 La red neuronal es la de "GoogLeNet"



debajo del 5% en el año 2015, según una competencia de reconocimiento visual que se celebra cada año²⁴. (Goodfellow, 2016).

Las redes neuronales han sido utilizadas, a lo largo del tiempo, por la CPU²⁵ de una misma computadora. En la actualidad, con el advenimiento de CPU de múltiples núcleos y la interconexión de varias computadoras se han realizado avances en la velocidad de procesamiento. Otro de los avances en la velocidad de procesamiento se debe a la utilización de GPU²⁶ para el procesamiento. Las GPU fueron ideadas en un principio para soportar el alto grado de procesamiento que requiere la formación de gráficos complejos en una computadora, como un complemento de ésta, para optimizar videojuegos y modelado de figuras en 3D. Si bien los CPU y GPU de última generación tienen una arquitectura de 64 núcleos (AMD, 2020), el procesamiento gráfico requiere un alto grado de paralelismo y un ancho de banda de memoria grande, al igual que las redes neuronales, por lo que las GPU son ideales para el procesamiento de esta arquitectura de la IA. (Goodfellow, 2016). En la actualidad, y gracias a que se descubrieron otras aplicaciones para las GPU, estas han mutado a GP-GPU²⁷ para un mejor aprovechamiento del hardware. Tal es el caso de la empresa NVIDIA™ que desarrolló un hardware llamado “NVIDIA DGX SUPERPOD”, el cual es una supercomputadora basada en GPU optimizada para la Inteligencia Artificial, asimismo, es interconectable con otras de su mismo tipo para aumentar el procesamiento (NVIDIA, 2020).

Todo esto indica que, en el presente, las computadoras tienen una gran capacidad de procesamiento aunque esto implica dos inconvenientes. Por un lado, el procesamiento para desarrollar actividades de inteligencia artificial requiere una gran cantidad de energía, por ejemplo, una tarjeta GPU de AMD

24 La competencia es la mayor en el mundo y es la “ImageNet Large-Scale Visual Recognition Competition” (Competencia de Reconocimiento Visual a Gran Escala ImageNet)

25 Siglas de Central Processing Unit o Unidad Central de Procesamiento

26 Siglas de Graphics Processing Unit o Unidad de Procesamiento Gráfico

27 Siglas de General Purpose Graphics Processing Unit o Unidad de Procesamiento Gráfico de Propósitos Generales.



consume 300W de potencia (AMD, 2020). Por otro lado, el consumo de energía y gran procesamiento implica elevadas temperaturas, por lo que estos procesadores (ya sean CPU o GPU) requieren sistemas de refrigeración cada vez más complejos.

Cualquier sistema de Inteligencia Artificial necesita también una elevada capacidad de almacenamiento de datos para el aprendizaje. En la actualidad, existen discos de estado sólido que además de tener una capacidad de almacenamiento considerablemente grande, aumentan la velocidad de transferencia entre los datos almacenados y el procesador.

En otros casos, como ser la obtención de información del oponente, se deberá contar con una conexión de red de muy alta velocidad, la cual es crucial ya que, mientras antes se obtengan los datos, antes se podrá realizar el análisis del mismo y se podrá brindar un mejor asesoramiento.

En cuanto a las necesidades de seguridad, al ser un equipo que se encuentra necesariamente conectado a redes, deberá contar con la capacidad de repeler ciberataques. En este sentido, se puede incorporar un sistema de IA que automatice los indicadores de amenaza, pudiendo adoptar este sistema las medidas de autodefensa para disminuir las vulnerabilidades lo más posible. Para esto habría que aplicar a la IA en la estrategia de defensa en profundidad, incorporando dentro de las pruebas de penetración en los sistemas de detección / prevención de intrusos, controles y políticas de contraseñas, estándares de endurecimiento, gestión de parches de seguridad, prevención de intrusiones de host, anti-malware, escaneo de vulnerabilidades, técnicas de programación segura, controles de acceso y por último la encriptación, clasificación y prevención de fuga de datos. Asimismo, se puede utilizar un sistema de IA que colabore con la seguridad física del establecimiento, mediante la identificación según datos biométricos²⁸ de los usuarios.

28 Los datos biométricos representan a los datos personales referidos a las características físicas, fisiológicas o conductuales que posibiliten o aseguren su identificación única. Estos pueden ser, reconocimiento facial, de voz, de huella dactilar, retinal y/o signos



Los ataques que puede recibir el sistema serían, entre otros, en base a la información que recolecta, pudiendo ser incorrecta o modificada de manera deliberada por un oponente.

Si bien no es un ejemplo del ámbito militar, un artículo de Infobae, de fecha 19 de febrero de 2020, informó que especialistas en ciberseguridad de la empresa McAfee²⁹ lograron engañar a un vehículo de conducción autónoma. En este artículo indicaban que podía engañarse a un vehículo en su función de piloto automático, al colocar una cinta de color negro en un cartel de velocidad máxima³⁰, confundiendo al sistema de visión del piloto automático, creyendo que la velocidad máxima era de 85 MPH, cuando en la realidad era de 35 (Infobae, 2020). Este ejemplo sencillo, realizado con una cinta negra, como se muestra en la figura número 2, indica que los sistemas de Inteligencia Artificial aún están en etapa de maduración, pudiendo ser fácilmente burlados. Asimismo, se están desarrollando sistemas que sean capaces de distinguir si la información es confiable o falsa, donde, por ejemplo, se intenta determinar por medio de Inteligencia Artificial si un video o un audio es real o falso.

vitales, entre otros.

29 McAfee es una de las empresas líderes de antivirus y ciberseguridad a nivel mundial, con sede en los Estados Unidos de Norteamérica (dato obtenido de <https://www.mcafee.com/enterprise/en-us/about.html>).

30 En los EE.UU. Los carteles que indican la velocidad máxima permitida son de fondo blanco con caracteres en negro, como lo indica la figura número 2.

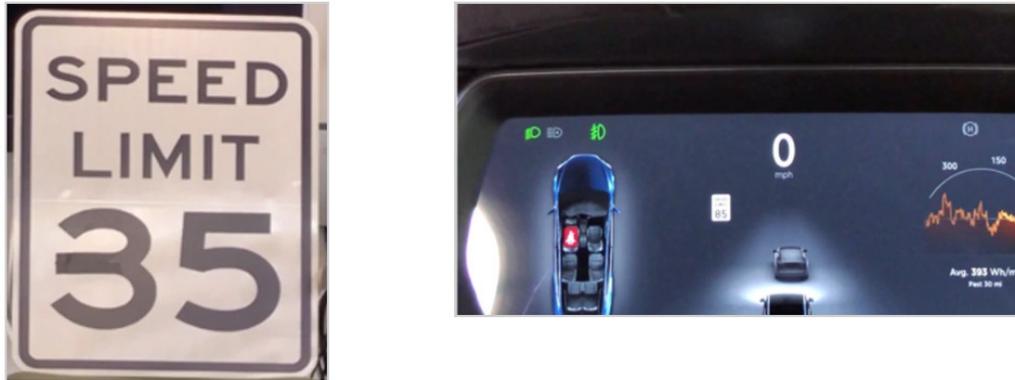


Figura 2: Cartel modificado con cinta negra e interpretación del piloto automático de Tesla

FUENTE: <https://www.autoevolution.com/news/invisible-tape-is-all-you-need-to-hijack-a-tesla-make-it-accelerate-by-50-mph-141177.html>

Una posible solución para evitar estas desventajas es el Equipo Humano-Máquina. El Ejército de los Estados Unidos de Norteamérica desarrolló el concepto llamado “Manned-Unmanned Teaming”³¹. Bajo este concepto, se pretende reducir las desventajas que tiene el hombre y el sistema de IA. En el Equipo Humano-Máquina, la parte humana provee objetivos, creatividad y ética, mientras que el sistema de IA proporciona experiencia autodidacta, intuición y capacidad de pronóstico. (Branch, 2018). Una vez que el sistema ha aprendido que puede haber datos falseados, e identificarlos correctamente, la interacción del equipo Humano-Máquina puede ir tomando mayor protagonismo dentro del equipo, siempre con la supervisión del humano como garantía.

³¹ O “Equipo Humano-Máquina”, traducción propia.



Conclusiones

La Función Operacional Comando y Control es la columna vertebral de toda operación, englobando y siendo alimentada de las otras funciones operacionales. Según lo visto en las definiciones de Inteligencia Artificial, se llega a la conclusión de que el Comando y Control puede ser optimizado en todos los aspectos explicados, generándole una reducción en cuanto tiempo de procesamiento, dándole una ventaja al comandante frente a un oponente que no posea esta capacidad. Una incorporación paulatina es la mejor manera de afrontar este cambio de paradigma.

La incorporación de la robótica, un sistema de inteligencia artificial completo, como puede ser un dron, sería la situación más fácil de describir, pero se considera que no se aplica al Comando y Control sino que es una herramienta complementaria a esta función operacional obteniendo la información para este o cumpliendo las órdenes que se le indique.

De acuerdo con los análisis realizados, se considera que los Sistemas Expertos son la piedra fundamental para realizar la incorporación paulatina de la Inteligencia Artificial al Comando y Control en la Armada Argentina. El sistema experto se caracteriza por tener la capacidad de desempeñarse, dentro de su área de conocimiento, mejor que un ser humano. Asimismo, es el sistema en el que más experiencia se tiene dentro de la Inteligencia Artificial. En este contexto, se podría entrenar un sistema experto para que se especialice en el asesoramiento según los parámetros que se le ingresan. Análogamente al sistema experto de medicina, al cual un paciente le ingresa los síntomas y le devuelve un diagnóstico, un sistema experto de Comando y Control podría tomar la información de inteligencia, composición y posición del enemigo, composición de la misma fuerza y planificar el mejor modo de acción según las experiencias. En este sentido, hay que ser precavidos a la hora de determinar la experiencia y quién la suministra. Por esto, también se puede establecer otro sistema basado en el Aprendizaje Profundo ya que



este sistema tiene la característica de aprender de la misma información suministrada, mediante modelos precisos evitando el sesgo que puede tener un sistema entrenado por un humano o grupo de ellos.

Como se ha explicado, el Comando es considerado como arte y como ciencia, siendo relativamente sencillo suplantar la parte de la ciencia por una máquina, pero nunca se podrá reemplazar el arte del comando, base de experiencia y juicio del comandante.

A partir del análisis de requerimientos, se puede determinar que el sistema que pueda operar de manera óptima necesita de una provisión importante de energía de manera continua, así como también un sistema de refrigeración acorde. En un principio, incorporar la tecnología podría requerir instrumental de tamaño reducido, pero con el aumento de las capacidades de las que va tomando partido la inteligencia artificial, el tamaño de la maquinaria necesaria aumentará considerablemente, aumentando con él el consumo de energía y la necesidad de elevar el poder de disipación de temperatura.

Si bien el Comando Operacional se puede establecer tanto en tierra como en una Unidad Naval, el inconveniente radica en que, por un lado, puede verse inmiscuido en la niebla de la guerra, generando que la información recibida contenga errores. Por otro lado, las comunicaciones, en particular la conexión a redes internas y/o externas, pueden verse disminuidas en velocidad como en calidad. Siendo una posible opción la conexión satelital a internet, no generaría la misma velocidad de bajada de datos que se lograría con una conexión de fibra óptica que ofrece una edificación en tierra.

El sistema de Inteligencia Artificial necesita una conexión de alta velocidad a redes, tanto internas como externas, así como también la ciberseguridad acorde para evitar intromisiones y posibles sabotajes. Así también, el edificio deberá contar con seguridad física con el más alto nivel de seguridad, evitando el ingreso de personal no autorizado. Además, para evitar el



sabotaje, será necesario un sistema de alimentación de energía eléctrica propio que asegure el suministro del mismo.

Por último, respondiendo al interrogante del presente trabajo, se afirma la hipótesis planteada al inicio: las tecnologías de Inteligencia Artificial ayudarán a disminuir tiempos en el ciclo de toma de decisiones y errores, así como también eliminarán la subjetividad humana.



Bibliografía

AMD (2020). *Acelerador AMD Radeon Instinct™ MI50*. Obtenido de: <https://www.amd.com/es/products/professional-graphics/instinct-mi50-32gb>

AMD (2020). *Procesadores AMD Ryzen™ Threadripper™*. Obtenido de: <https://www.amd.com/es/products/ryzen-threadripper>

Branch, W. (2018). *Artificial Intelligence and Operational-Level Planning: An Emergent Convergence*. Monografía del la Escuela de Estudios Avanzados Militares, Universidad de Comando y Staff General del Ejército. Fort Leavenworth, Estados Unidos de Norteamérica.

EMCO, E. M. (2019). *Reconversion del Instrumento Militar*. Buenos Aires: Ministerio de Defensa.

Gelbukh, A. (2010). *Procesamiento de Lenguaje Natural y sus Aplicaciones*. De la revista Komputer Sapiens. Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial. México. Obtenido de: https://www.academia.edu/2817247/Procesamiento_de_lenguaje_natural_y_sus_aplicaciones

Goodfellow, I., Bengio, Y. y Courville, A. (22 de octubre de 2016). *Deep Learning*. De la revista Healthcare Informatics Research. The MIT Press, Cambridge, MA, USA: <https://synapse.koreamed.org/upload/SynapseData/PDFData/1088HIR/hir-22-351.pdf>

IEEE, I. E. (2017). *La inteligencia artificial aplicada a la defensa*. España: Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional. – Fecha e edición: marzo 2019. Obtenido de <https://publicaciones.defensa.gob.es/la-inteligencia-artificial-aplicada-a-la-defensa-n-79-libros-ebook.html>

IEEE, I. E. (2018). *La inteligencia artificial aplicada a la defensa*. España: Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional.

Infobae (2020). *Especialistas en ciberseguridad hallaron forma para engañar coches autónomos de Tesla*. Diario Infobae, sección Tecno, noticia de fecha 19 de febrero de 2020. Obtenido de: <https://www.infobae.com/america/tecno/2020/02/19/>



[especialistas-en-ciberseguridad-hallaron-forma-para-enganar-coches-autonomos-de-tesla/](#)

Infobae (2020). *Un ingeniero de Apple que murió accidentado en un Tesla había alertado sobre el mal funcionamiento del piloto automático de su auto*. Diario Infobae, sección Tecno, noticia de fecha 12 de febrero de 2020. Obtenido de: <https://www.infobae.com/america/tecno/2020/02/12/un-ingeniero-de-apple-que-murio-accidentado-en-un-tesla-habia-alertado-sobre-el-mal-funcionamiento-del-piloto-automatico-de-su-auto/>

Maroto Domínguez, S. (2019). *Aplicación de Técnicas de Inteligencia Artificial sobre Sistemas C8I (Trabajo fin de Máster)*. Marín, España: Centro Universitario de la Defensa – Escuela Naval Militar.

MDA, M. d. (13 de Mayo de 2020). gn-logotipo de entidad1SECRETARÍA DE ESPortal de Tecnología e Innovación del Ministerio de Defensa. Obtenido de Iniciativas de I+D: <https://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Contenido/Paginas/detalleiniciativa.aspx?iniciativaID=346>

NWP (2008). Departamento de Marina; Estados Unidos de Norteamérica; *Maritime Operations at the Operational Level of War*; NWP 3-32; Ed. Octubre 2008; Revisión noviembre 2008.

NVIDIA (2020). *NVIDIA DGX PUPERPOD SOLUCIÓN EMPRESARIAL*. Obtenido de: <https://www.nvidia.com/es-la/data-center/dgx-superpod/>

PDC (2018). Ministerio de Defensa; España; *Doctrina para el empleo de las FAS*; PDC-01; Ed. febrero 2018.

P.E.N. (2014). *Directiva de Política de Defensa Nacional*. Buenos Aires, Argentina. Obtenido de: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-2645-2014-240966/texto>



Ponce Gallegos, J.C., Torres Soto, A., Quezada Aguilera, F.S., Silva Sprock, A. y otros (2014). *Inteligencia Artificial. Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos (LATIn) (1^{ra} Edición)*.

RAE, R. A. (10 de Agosto de 2020). *Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.3 en línea]*. Obtenido de <https://dle.rae.es>

Thorat, S., Raskar, S., Pawar, D., Jadhav, A. y Pawar, A., (2019). *Voice Recognition System Based on Machine Learning Algorithm*. De la revista International Journal of Scientific Research and Engineering Development (IJSRED). Universidad Anna. Maras – India. Obtenido de https://www.academia.edu/40597423/Voice_Recognition_System_Based_on_Machine_Learning_Algorithm