

Hacia un ECDIS Verde y Centrado en el Usuario: Diseño de Interfaz Sensible a la Carga Cognitiva en la Era S-100

Alsira Salgado Don¹ y Francisco Javier Lama Carballo¹

¹Escuela Técnica Superior de Náutica y Máquinas, Universidade da Coruña, España
alsira.salgado@udc.es, franciscojavier.lama@udc.es

Resumen

La transición de S-57 a S-100 ofrece la oportunidad de replantear el diseño de ECDIS desde una perspectiva de sostenibilidad digital. Este trabajo presenta un algoritmo conceptual orientado a optimizar el manejo de información de cartas electrónicas, priorizando la relevancia de datos y evitando sobrecarga cognitiva en el oficial de guardia. Se propone un marco de evaluación que considera carga de trabajo y tiempos de ejecución, validable en simuladores con datos S-57 y adaptable a S-100. Los resultados esperados permitirán evolucionar hacia soluciones basadas en inteligencia artificial que aprendan del comportamiento del usuario y ajusten dinámicamente la presentación de la información.

1. Introducción

La digitalización marítima avanza hacia ecosistemas de datos cada vez más complejos. En este contexto, la sostenibilidad digital debe incluir la preservación de la capacidad cognitiva del profesional, no solo la eficiencia energética. La tecnología no debe sustituir al marino, sino ayudarle a mantener la conciencia situacional y la atención bajo condiciones de alta carga informativa.

El ECDIS, como interfaz crítica de la navegación moderna, requiere rediseñarse según los principios del Human-Centred Design (HCD) y la ergonomía cognitiva (Norman, 2013; Porathe, 2020). La sobreinformación puede provocar errores de interpretación y pérdida de seguridad operacional.

2. Marco conceptual

El modelo propuesto ajusta dinámicamente la densidad informativa en función de:

1. tipo de navegación (oceánica, costera o de aproximación);
2. condiciones ambientales y visibilidad;
3. nivel de zoom y escala activa;
4. estado de alarmas y avisos de seguridad;
5. fase operativa del buque (en ruta, maniobra o fondeo).

Siguiendo el principio de computación mínima cognitiva (Wickens, 2008), el sistema procesa solo la información relevante, reduciendo la carga mental y manteniendo la atención. Así, la tecnología se adapta al operador, fomentando una relación ética y equilibrada hombre-máquina.

3. Metodología conceptual

El desarrollo se estructura en tres fases:

1. Modelización conceptual: definición del flujo lógico del algoritmo, jerarquía de relevancia informativa y activación contextual de capas, basadas en la teoría de carga de trabajo de Hart y Staveland (1988).
2. Validación en simulador: ensayo del modelo en entorno ECDIS S-57 conforme a las *Guidelines for Simulator-Based Training* (EMSA, 2020).
3. Evaluación cognitiva: aplicación del NASA-TLX para cuantificar esfuerzo mental y validar mejoras en rendimiento y comprensión situacional.

Este enfoque prepara la futura integración en sistemas S-100, que ofrecen modularidad y gestión ética de datos.

4. Resultados esperados y aportación ética

El modelo pretende definir un marco cognitivo-ético que:

1. reduzca la fatiga del operador y la sobrecarga tecnológica;
2. favorezca la toma de decisiones seguras;
3. promueva una ética de diseño centrada en el bienestar humano;
4. incorpore la sostenibilidad cognitiva como nueva dimensión del concepto “verde”.

Según Hilty y Aebischer (2015), la sostenibilidad digital debe integrar factores humanos. Este trabajo amplía esa visión, proponiendo una tecnología empática y adaptativa, que respete los límites cognitivos del marino y actúe como aliado ético, no como sustituto.

5. Conclusiones y líneas futuras

La transición al estándar S-100 brinda una oportunidad única para redefinir el ECDIS desde la ética, la sostenibilidad y la cognición. Este modelo conceptual constituye un primer paso hacia una herramienta de apoyo a la decisión basada en filtrado cognitivo adaptativo.

Las futuras etapas incluyen:

1. adaptación a entornos S-100 modulares;
2. desarrollo de un prototipo experimental;
3. incorporación de métricas de transparencia algorítmica;
4. colaboración interdisciplinar con expertos en IA ética y diseño responsable.

Un ECDIS verde y centrado en el usuario simboliza la convergencia entre seguridad, eficiencia y dignidad humana: una navegación verdaderamente sostenible.

Referencias

- Endsley, M. (2017). *Situation Awareness: Measurement and Application*. CRC Press.
Hart, S. & Staveland, L. (1988). *Development of NASA-TLX*. Human Mental Workload. North Holland.
Hilty, L. & Aebischer, B. (2015). *ICT for Sustainability*. Elsevier.
IHO (2022). *S-100 Universal Hydrographic Data Model*. International Hydrographic Organization.
Norman, D. (2013). *The Design of Everyday Things*. MIT Press.
Poraté, T. (2020). *Maritime Human Factors*. Springer.
Wickens, C. (2008). *Engineering Psychology and Human Performance*. Pearson.