



Metodología de la Investigación. Simulador de
maniobra y navegación en la Bahía de Cartagena

Gustavo Pérez Valdes

Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"
Bogotá D.C., Colombia

1993

01-

7ESG-
1231

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

GUSTAVO PEREZ VALDES

Trabajo presentado como evaluación
de la asignatura Metodología de la
investigación.

SANTAFE DE BOGOTA

ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA

MARZO 8 DE 1993

SIMULADOR DE MANIOBRA
Y NAVEGACION
EN LA
BAHIA DE CARTAGENA

INTRODUCCION

Uno de los aspectos de mayor importancia dentro de la formación de un oficial naval es el desarrollo que este logre de la habilidad de maniobrar con seguridad, rapidez, precisión en las ordenes y control de todos los factores que puedan influir en un momento determinado en la maniobra de la Unidad, así como también en el conocimiento que debe tener de los accidentes geograficos de las más importantes recaladas en la costa Colombiana. Este entrenamiento se logra hacer con mayor eficiencia si los oficiales que tienen la oportunidad de ejecutarlo ya se han familiarizado con todos los pormenores de la maniobra (reacción del buque, ordenes, accidentes geográficos bajos, canal, etc) es así como, haciendo uso de un simulador por computador se logra este propósito fácilmente.

La Armada Nacional en los últimos años ha venido desarrollando ya dentro del campo de la simulación por

computador, algunos proyectos que indudablemente han demostrado el alcance de esta herramienta tan importante dentro de las Armadas modernas; como por ejemplo tenemos la adaptación del simulador de radar para propósitos de entrenamiento en maniobras tácticas, elaborada por los Srs CC RICARDO GALVIS Y ALEJANDRO VELASCO y dirigidos por el Sr CALM EDGAR ROMERO VASQUEZ, Trabajo que complementado con las guías de lección elaboradas por los Srs CC ROBERTO GARCIA Y NELSON TRONCOSO, se constituyen hoy en día como una herramienta de incalculable valor para el entrenamiento en el campo de las maniobras tácticas.

Para el campo de la maniobra de buques se elaboró el presente modelo de simulación que reproduce el aspecto de la maniobra en sí de la unidad, utilizando básicamente las máquinas y el timón como variables controladas, la deriva y la morfología de la costa como variables no controladas, con el propósito de desarrollar la habilidad del maniobrista, considerando que el modelo semeja la respuesta de una corbeta tipo FS-1500 para un sin número de posibles situaciones, en el escenario de la bahía de Cartagena.

Este modelo ha sido desarrollado en lenguaje de alto nivel "Quick Basic y Turbo Basic", con versiones para

computadores con tarjetas de gráficas VGA y CGA, con la selección de consola (replica de la consola del puente de una corbeta) o teclado para la captura de las ordenes.

Presenta el modelo una gráfica del área vista desde arriba, dividida en cartas de acuerdo con la complejidad de la situación de maniobra; también, unas ventanas de datos con la información de la deriva, marcación y distancia al piojo de radar, situación de las maquinas y timón.

El algoritmo de respuesta de la Unidad fue elaborado con base en las curvas evolutivas, pruebas de mar de las Unidades y con ajustes y validaciones con base en datos reales de maniobra tomados durante 8 meses abordo del ARC INDEPENDIENTE.

Se desarrolló a escala una réplica de la consola del puente de una Unidad tipo corbeta con el fin de capturar las ordenes desde ella y así darle realismo a este proceso.

OBJETIVOS DEL MODELO DE SIMULACION

-Conocimiento del oficial maniobrista de la respuesta en maniobra de una unidad tipo corbeta la cual se utilizó como base en el simulador.

-Entrenamiento del Oficial Maniobrista en diferentes circunstancias de deriva, en la aproximación, zarpe, atraque, y durante el tránsito por el canal de acceso de la Bahía de Cartagena.

-Familiarización con la terminología utilizada durante la maniobra y los procedimientos de dar y confirmar las ordenes.

-Conocimiento del canal, referencias, bajos, morfología del veril de 5 mts, boyas, etc. En toda el área de maniobra de la bahía de Cartagena.

-Desarrollar el algoritmo básico para implementar otras recaladas de la costa colombiana de común utilización por la Armada (Málaga, San Andrés, Coveñas etc).

SIMULACION

Como referencia para la elaboración del modelo se tomó una corbeta del tipo FS-1500, proceso en el cual se utilizó la siguiente metodología:

DETERMINACION DE LAS VARIABLES DE SIMULACION.

TOMA DE DATOS REALES EN MANIOBRA

OBSERVACION DE LAS INTERRELACIONES DE LAS VARIABLES

DETERMINACION DE LOS ALGORITMOS BASICOS DEL MODELO

PRUEBA EN COMPUTADOR

COMPARACIONES CON DATOS EN MANIOBRA, DATOS TEORICOS Y CURVAS EVOLUTIVAS.

AJUSTES DE LOS ALGORITMOS

DETERMINACION DEL TIEMPO DE SIMULACION

FORMA APROPIADA DE LA CAPTURA DE DATOS

CONSIDERACIONES SOBRE LA VELOCIDAD DE LA SIMULACION

ELABORACION DEL MODELO

ELABORACION DE LA CONSOLA PARA LA CAPTURA DE LAS ORDENES

PRUEBAS DE VALIDACION.

RELACIONES DE TIEMPO

Uno de los aspectos de mayor importancia para tener en cuenta es el de la relación de tiempo, para lo cual se hace necesario definir algunos términos así:

TIEMPO DE SIMULACION

Es el lapso de tiempo utilizado por el modelo para efectuar la actualización entre un movimiento y el siguiente, siendo este tiempo el correspondiente al efectuado por la Unidad en la realidad. Para este caso se tomo un segundo.

TIEMPO REAL

Se denomina tiempo real cuando el tiempo de actualización en el computador corresponde en su duración al tiempo de simulación. En la practica , el computador al tener esta opción, actualiza la información cada segundo.

TIEMPO ACELERADO

Es la opción en la cual el tiempo de simulación tiene una duración menor que en la realidad, por lo tanto los acontecimientos suceden a mayor velocidad. En el modelo esta opción no esta cuantificada y depende de las características del computador utilizado. Fue implementada con el fin de acelerar los acontecimientos en tramos en los cuales se hace tedioso esperar en tiempo

real.

CICLO DE SIMULACION

En el ciclo de simulación están incluidos los siguientes procesos que son efectuados invariablemente en cada tiempo de simulación:

DIBUJO DE LA SILUETA DE LA UNIDAD
CAPTURA DE LAS VARIABLES DE ENTRADA
DESPLIEGUE DEL ESTATUS DEL MOMENTO
CAPTURA DEL TIEMPO
SUBROUTINA DE ESPERA (PARA TIEMPO REAL)
CALCULOS NUEVA POSICION Y ANGULO
COMPARADORES PARA CAMBIO DE CARTA
BORRADO DE LA SILUETA DE LA UNIDAD
ACTUALIZACION DEL CURSOR
COMIENZA NUEVAMENTE

MOVIMIENTO DE LA UNIDAD

Con el objeto de facilitar la reproducción del movimiento de la unidad, este se descompuso en dos movimientos independientes en su análisis, pero, claramente dependiente dentro de las variables que determinan su magnitud; son estos, el movimiento angular de la unidad y el desplazamiento del punto de giro en la dirección en que se encuentra la proa.

CONSIDERACIONES DE MOVIMIENTO ANGULAR

El proceso para el análisis del movimiento angular fue el siguiente:

1-Por medio de observación abordo se determinaron las variables que intervienen en la velocidad angular; ángulo

de timón, velocidad de la unidad y condición de la maquinaria (diferencia de paso entre una maquina y la otra).

2-Tiempo muerto, medido desde el momento de la orden y el momento en que la unidad empieza a reaccionar, variable fácil de determinar estadísticamente.

3-Pendiente de respuesta de la velocidad angular. (o sea aceleración angular)

4-Uniformidad de la velocidad angular para condiciones fijas de las variables del punto 1, después del período de respuesta o tiempo de reacción (para este caso se observó una pequeña oscilación perfectamente despreciable).

Para efectos de los cálculos, la velocidad angular se convierte en un ángulo debido a que el tiempo de simulación es de un segundo. Lo mismo sucede con la aceleración que se convierte en una velocidad.

Para el cálculo del ángulo este se descompone realmente en dos; uno por efectos de el timón y la velocidad de la unidad y el otro por el efecto de la diferencia de paso entre ambas maquinas.

DESPLAZAMIENTO DEL PUNTO DE GIRO.

La siguiente parte del movimiento es el desplazamiento que tiene la unidad en dirección al nuevo ángulo, para cuyo cálculo intervienen las siguientes variables: Velocidad en el momento, ángulo de la proa del Buque, escala de la gráfica, más la dirección y magnitud de la deriva.

Los cálculos de desplazamiento son sencillos, debido a que como el tiempo es una constante (un segundo) con respecto al movimiento anterior, la velocidad se convierte en una distancia y con un determinado ángulo, que es calculado como se describió en el punto anterior.

Esta distancia se convierte de acuerdo con la escala de la gráfica y se descompone en dirección a los ejes en un número de píxeles para cada dirección.

Posterior al número de píxeles, se calcula de la misma manera la influencia de la deriva, pero ésta ya no es en la dirección del ángulo de la proa, sino en la dirección específica de la deriva.

CRONOLOGIA DE LAS ORDENES

Dentro del proceso de la maniobra, sucede el tanteo que el maniobrista efectúa con ordenes que no se cumplen del

todo y que solo se busca su efecto durante periodos de tiempo reducidos, es por eso que se ha tenido en cuenta este aspecto tan importante, haciendo que exista una cronología en las ordenes y que estas se vayan cumpliendo a medida que el tiempo de cada una de ellas se suceda, pero, teniendo en cuenta el estado de la Unidad al comenzar a ejecutar la nueva orden y no el estado ordenado, es decir , pueden haber varias ordenes en el aire ejecutándose apenas estas cumplan con los requisitos y los periodos de tiempo que tuvieron al darlas. (ejemplo: se ordeno 20 nudos avante ambas maquinas, luego se ordena 10 nudos atrás ambas maquinas, el momento de ejecución de la ultima orden, llega cuando la Unidad tiene 5 nudos avante (aunque la orden fue 20) se toma el valor de 5 nudos avante para calcular todo el proceso).

SISTEMA DE RADAR.

El simulador se ha dotado de un cursor (piojo) similar al de una consola de Radar, el cual, al colocarlo sobre un objeto, presenta en una ventana de la pantalla, la marcación verdadera y la distancia en yardas, desde la Unidad al objeto y así poder efectuar una navegación similar a la que se sucede realidad.

El cursor es manejado con las flechas del teclado, existiendo dos escalas que se seleccionan con la tecla de

función F5.

CONSIDERACIONES DE LAS ESCALAS DE LAS CARTAS

Dentro del diseño de los escenarios que se utilizan en la simulación, se tubo en cuenta que cada uno contará con objetivos particulares dentro del proceso:

BAHIA EXTERIOR : Esta carta cubre todo el canal de entrada, desde Bocachica hasta la altura del Club Naval, con el fin de que el Oficial se familiarice con los rumbos, las referencias para la entrada y para cada uno de los virajes. Teniendo como base las boyas y los accidentes de la costa. La escala utilizada es de :

Horizontal 25.126 yds/pix, Vertical 54.6 yds/pix

BAHIA INTERIOR : Esta carta contiene desde el Club Naval, hasta la Base Naval y tiene como objetivo particular, la maniobra de aproximación al muelle, en el cual se puede incluir la DERIVA para crear cada vez situaciones diferentes. La escala utilizada es la siguiente:

Horizontal 6.282 yds/pix, Vertical 13.65 yds/pix

MUELLE : En esta carta aparece solo el muelle, en el cual están dos Unidades en el sector alfa (en A1 y A2) con el fin si se desea practicar un ataque más complicado, hacerlo en B1, o sino en A3. La escala utilizada es:

Horizontal 1.646 yds/pix, Vertical 3.54 yds/pix

BOCACHICA : Esta carta contiene, desde las boyas 1 y 2 hasta la boya 9 y tiene como objetivo particular, ampliar

esta parte del canal, debido a el cuidado que se debe tener al transitar por el, así mismo familiarizar al oficial, con la forma del veril de 5 mts, critico para este tipo de Buques. La escala utilizada es:

Horizontal 6.282 yds/pix, Vertical 13.65 yds/pix

PRUEBAS DE VALIDACION

Con el fin de validar el modelo se efectuaron las comparaciones con datos reales de maniobra, utilizando las siguientes variables:

COMPARACION ARRANCADA Y PARADA		
	DISTANCIA %	TIEMPO %
De 0 a velocidad máxima	3.6%	15.6%
De velocidad máxima a 0	0.2%	19.6%
COMPARACION EN RESPUESTA ANGULAR		
Error máximo	.02 grados por segundo	

La precisión obtenida con el modelo, es suficiente para el efecto deseado de entrenamiento, la desviación de los datos reales permiten afirmar, que un modelo determinístico para este propósito no es superior al logrado por este método.

BIBLIOGRAFIA

CARTA NAUTICA COL 261 24506: BAHIA DE CARTAGENA. segunda edición agosto 1977. Dirección General Marítima y Portuaria.

CARTA NAUTICA COL 262 24507: BAHIA INTERIOR DE CARTAGENA. primera edición junio 1976. Dirección General Marítima y Portuaria.

DOCTRINA DE NAVEGACION Y COMUNICACIONES. Corbetas tipo FS-1500 Armada Nacional.

LYLE J. GRAHAM (1984): IBM/PC GUIA DEL USUARIO. Osborne McGraw - Hill 1984.

MOSHER SCHNEIDER (1988): PROGRAMACION EN TURBO BASIC. McGraw - Hill 1988.

MURRAY R. SPIGEL: MANUAL DE FORMULAS Y TABLAS MATEMATICAS. McGraw - Hill 1980.

PLAN DE AYUDA MUTUA PARA LATINO AMERICA: MANIOBRA DE BUQUES. Traducción del "Naval Shiphandling".USN.

PRUEBAS DE MAR ARC INDEPENDIENTE. Armada Nacional.

RALPH ROBERTS (1988): INTRODUCCION AL TURBO BASIC. McGraw - Hill 1988.

DATOS



GRADO : CAPITAN DE CORBETA

NOMBRE : GUSTAVO PEREZ VALDES

ESTUDIOS : INGENIERO NAVAL ESPECIALIDAD ELECTRONICA ENAP
POST GRADO ADMINISTRACION FINANCIERA ENAP-EAN

CARGO : JEFE DEPARTAMENTO INFORMATICA ESCUELA NAVAL ALMIRANTE
PADILLA

DIRECCION : MANZANILLO CASA 136

OFICINA DEPARTAMENTO DE INFORMATICA

ESCUELA NAVAL ALMIRANTE PADILLA

CARTAGENA.

TELEFONO : OFICINA 690715

38609