

ФОРМАЛЬНІ ПІДХОДИ ЩОДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЗОРОВОЇ УВАГИ СУДНОВОДІВ ПІД ЧАС НЕСЕННЯ НАВІГАЦІЙНОЇ ВАХТИ

Носов П.С., Зінченко С.М., Нагрибельний Я.А.

*Херсонська державна морська академія
(Україна)*

Попович І.С.

*Херсонський державний університет
(Україна)*

Вступ. Під час несення навігаційної вахти штурмани та кадети, що перебувають на практиці, зустрічаються з великим спектром факторів, які впливають на якість виконання їх посадових обов'язків [1-3]. Такі прояви значно погіршують увагу судноводіїв та зорове сприйняття потоків інформації, джерелами яких є навігаційні датчики та сенсори. В окремих випадках, під час виконання складних маневрів або плавання у проливах із щільним трафіком, склад навігаційної вахти може бути підсилений за рішенням капітана. У цих випадках складно оцінити, яку функцію виконує кожний з членів навігаційної вахти на капітанському містку, особливо враховуючи психологічну складову особистості у надзвичайних умовах [4-6]. Однак, попри все, дуже важливо контролювати ситуацію, забезпечуючи необхідну безпеку шляхом використання інформаційних технологій із врахуванням людського фактору [7-9]. Все це викликає необхідність у розробці формальних підходів та інформаційних засобів контролю уваги судноводіїв під час несення навігаційної вахти у складних умовах. Дослідження у цьому напрямі також сприятимуть забезпеченню диференційованої дидактичної підготовки курсантів та студентів під час навчання із врахуванням особливостей предметної галузі [10-13].

Матеріали та методи. Отже метою дослідження є розробка формальних засад та програмно-апаратного комплексу, який дозволяє ідентифікувати місце розташування навігатора і положення його голови у вигляді просторового вектора (Рис. 1). Однак слід врахувати, що положення голови навігатора не дає повної впевненості, що він дивиться прямо, тому подальші дослідження спрямовані на визначення положення зіниці відносно очей. Таким чином з'являється можливість у визначенні вектора напрямку погляду навігатора в умовах несення навігаційної вахти. Відповідно до поставленої мети, доцільно застосувати послідовно два методи, AdaBoost і Daugman, з огляду на те, що перший застосовується для аналізу руху і відстеження об'єктів, тобто застосовується у випадках швидкої роботи, а другий - для додаткового уточнення при детальній локалізації центру

зіниці, відповідно до формул:

$$X = \arg \max_x \left(\sum_y \frac{\min(I(x, y))}{xy} \right), \quad Y = \arg \max_y \left(\sum_x \frac{\min(I(x, y))}{xy} \right)$$

Уточнення положення зіниці в заданому секторі здійснюється за формулою:

$$\max_{r, x_0, y_0} \left| \frac{\partial}{\partial r} G_\sigma(r) * \oint_{r, x_0, y_0} \frac{I(x, y)}{2\pi r} ds \right|$$

де $G_\sigma(r)$ - функція Гауса з параметрами σ ;

(x_0, y_0) - ймовірні координати зіниці;

$r \in (r_{\min}, r_{\max})$ - радіуси кордонів райдужної оболонки. Поворот голови на кут a і b ідентифікується з принципу ідентифікації координат ока $A(x_A, y_A, z_A), B(x_B, y_B, z_B)$ [10, 13]

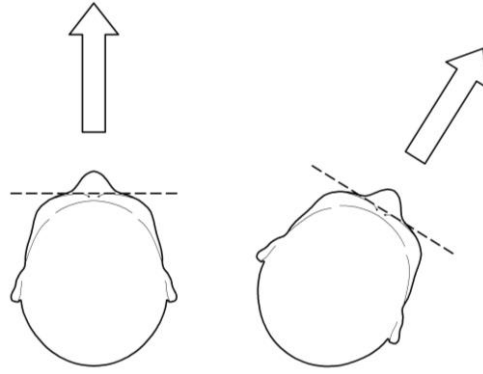


Рисунок 1 – Визначення напрямку погляду по координатам зіниць у просторі

Таким чином, визначається вектор напрямку погляду навігатора. Для визначення точного напрямку потрібно враховувати пару зображень таких, що $\langle G_L, G_R \rangle = M_{3D}(S_{o,b,j,n}, P_{S_{1..n}})$. Лінійні зміщення по горизонталі d_1, d_2 і по вертикалі h_1, h_2 дозволяють визначити точку концентрації погляду з урахуванням фокусної відстані f_1, f_2 :

$$x_p = \left(\frac{d_2 \sin \alpha - f_2 \cos \alpha}{d_2 \cos \alpha - f_2 \sin \alpha} (f_2 \sin \alpha - x_A) + y_A - f_2 \cos \alpha + f_1 \right) / \frac{f_1}{d_1} - \frac{d_2 \sin \alpha - f_2 \cos \alpha}{d_2 \cos \alpha - f_2 \sin \alpha},$$

Тоді, $y_p = \frac{f_1}{d_1} x_p - f_1, z_p = \frac{h_1(y_p + f_1)}{f_1}$ при $G_{L(R)} = (x_p, y_p, z_p)$

З метою більш точної ідентифікації координат очей використовуються камери спостереження, що ідентифікують положення зіниць в просторі на основі інфрачервоного спектра випромінювання. З огляду на затримку погляду на приладах і візуальному огляді при аналізі навігаційної ситуації в середньому 2-7 секунди, то можна зробити висновок, що цього цілком достатньо для спрацьовування системи ідентифікації координат зіницею і визначення напрямку погляду.

Згідно з методологією представленої, в роботі, порядок можна представити у вигляді алгоритму, який містить три основні елементи [11, 13]: $A_l^{l-d}, l=1, \dots, 3$ - ідентифікатор одного з трьох видів інформації, d - напрямок погляду (s - прямо, r - право, l - ліве); P_i - ідентифікатор спрацьовування концентрації уваги на i -м ИИС, такого що $p_i = \{0;1\}$; Ω_i - закінчення порядку. Абстрактне поняття елемента в порядку позначимо як O_i .

Перехід до нового елемента в залежності від найбільш виражених моделей поведінки навігатора позначимо: \xrightarrow{r} при $p_i=1$ і $\xrightarrow{-r}$ якщо $p_i=0$. Залежність від результативності спрацьовування концентрації уваги очевидна, позитивний результат дозволяє розвинути порядок в напрямку, відмінному від негативного і навпаки.

Так, наприклад, позитивна ідентифікація сигналів від радара дозволяє синхронізувати її з параметрами AIS, що дозволить більш точно визначити навігаційну ситуацію. У той же час, негативний результат підштовхне навігатора на візуальне спостереження, що в умовах поганої видимості може стати фатальною помилкою.

Уявімо ситуацію, коли навігатор визначає наступний порядок:

$$A_1^{2-s} P_2 \xrightarrow{7} A_3^{2-r} P_4 \xrightarrow{5} A_5^{2-l} P_6 \xrightarrow{1} A_7^{1-l} P_8 \xrightarrow{11} A_9^{1-3} P_{10} \xrightarrow{7} A_{11}^{1-2} \Omega_{12}$$

Так, спочатку порядок дій навігатора визначено візуальним спостереженням прямо по курсу - A_1^{2-s} ; далі, у разі позитивної ідентифікації, $P_2 \xrightarrow{7}$ - здійснюється перехід на сьомий елемент, - характеризується аналізом навігаційного приладу (радара) A_7^{1-l} ; якщо результат в P_2 негативний, то задіюються два додаткові елементи A_3^{2-r} - спостереження вправо і A_5^{2-l} - спостереження вліво; аналогічно, якщо в A_7^{1-l} результат P_8 буде негативним,

то додатково навігатор звертається до A_9^{1-3} GPS і тільки в разі позитивного результату відразу переходить до A_{11}^{1-2} ECDIS. Аналізуючи даний порядок можна зробити висновок, що на результат в кожному елементі можуть впливати різні чинники і моделі поведінки, зокрема невпевненість в діях, як і погана видимість, сформують послідовність $A_1^{2-s} A_3^{2-r} A_5^{2-l} P_6$, в той же час недостатній рівень досвіду може стати причиною послідовності $A_7^{1-1} A_9^{1-3} A_{11}^{1-2}$.

Таким чином, чим більше порядок за кількістю елементів джерел інформації, тим більша кількість переходів ініціюється, в окремих випадках замкнуті цикли S_i можуть призвести до втрати часу для здійснення маневру і, як наслідок, к $\Omega_{i-\Delta_i}$, аварії. У той же час, занадто різке переключення уваги на елементи джерел інформації створює розриви в порядках, утворюючи нові, скорочені за кількістю елементів і, як наслідок, менше безпечні. Окреслені вище підходи і принципи вимагають більш наочної апроксимації у вигляді геометричних структур для класифікації моделей аналізу навігаційної ситуації під час виконання складних маневрів. З цією метою було розроблено програмне забезпечення для побудови моделей аналізу навігаційної ситуації у вигляді геометричних структур. Це програмне забезпечення дозволяє виконувати побудови в режимі реального часу і автоматично передбачати подальші події на основі регресійного аналізу даних інформаційної моделі навігатора і фрагментів первинних геометричних структур моделі аналізу навігаційної ситуації.

Геометрична структура являє собою три вектора по групах джерел інформації. Кожен вектор матиме розмірність за кількістю джерел інформації. Затримка погляду на вузлі - джерелі інформації - формуватиме сферу в залежності від часу в секундах. Швидкість переходу від вузла до вузла буде формувати зв'язок у вигляді ребра геометричній структурі, при цьому товщина зв'язку залежить від часу переходу, чим довше перехід, тим товщий зв'язок (Рис. 2).

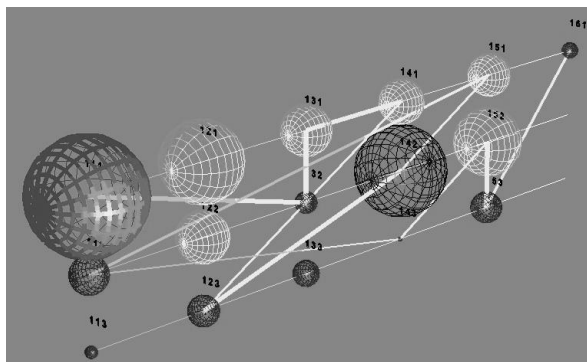


Рисунок 2 – Геометрична візуалізація визначення зон уваги навігатора під час експерименту

Висновок. Запропоновані формальні підходи та інформаційні засоби дозволять ідентифікувати зони уваги судноводія на джерела інформації у часовому діапазоні. Такий підхід дасть змогу побудувати індивідуальну траєкторію концентрації уваги для кожного судноводія і, таким чином, визначить його модель поведінки в складних навігаційних умовах. Розроблені програмні засоби сприятимуть розвитку досліджень, що мають направлення на визначення негативного людського фактору в ергатичних системах критичного застосування та інтелектуального аналізу даних на морському транспорті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Nosov, P.S., Ben, A.P., Matejchuk, V.N., Safonov, M.S. Identification of “Human error” negative manifestation in maritime transport // Radio Electronics, Computer Science,

Control. Zaporizhzhia National Technical University. № 4(47). - 2018. Pages 204-213. doi: 10.15588/1607-3274-2018-4-20.

2. Emre Akyuz. A hybrid accident analysis method to assess potential navigational contingencies: The case of ship grounding // *Safety Science*. Volume 79, November 2015, Pages 268-276. doi: 10.1016/j.ssci.2015.06.019.

3. Nosov, P.S., Palamarchuk, I.V., Safonov, M.S., Novikov, V.I. Modeling the manifestation of the human factor of the maritime crew // *Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan (Dnipro)* № 5 (77). – 2018. Pages 82-92. doi: 10.15802/stp2018/ 147937.

4. Попович І. С. Роль соціально-психологічних очікувань у професійному становленні та розвитку особистості // *Зб. наук. праць: філософія, соціологія, психологія.* – Івано-Франківськ : Вид-во ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», 2015. – Вип. 20, ч. 2. – С. 213-220.

5. Popovych I. S.; Blynova, O. Ye., Aleksieieva M. I., Nosov P. S., Zavatska N. Ye. y Smyrnova O. O. (2019). Research of Relationship between the Social Expectations and Professional Training of Lyceum Students studying in the Field of Shipbuilding. *Revista ESPACIOS*, Vol. 40(33). Page 21.

6. Popovych, I. S., Cherniavskiy, V. V., Dudchenko, S. V., Zinchenko, S. M., Nosov, P. S., Yevdokimova, O. O., Burak, O. O. & Mateichuk, V. M. (2020). Experimental Research of Effective “The Ship’s Captain and the Pilot” Interaction Formation by Means of Training Technologies. *Revista ESPACIOS*, Vol. 41(№11). Page 30.

7. P. Nosov, I. Palamarchuk, S. Zinchenko, I. Popovych, Y. Nahrybelnyi, H. Nosova. Development of means for experimental identification of navigator attention in ergatic systems of maritime transport // *Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics*, 2020. - № 1(97). P. 58-69. DOI: 10.31489/2020Ph1/58-69.

8. Zinchenko S. Automatic collision avoidance system with many targets, including maneuvering ones / S Zinchenko, P. Nosov, V. Mateichuk, P. Mamenko, I. Popovych, O. Grosheva // *Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics*, 2019. - № 4(96). P. 69-79. DOI: 10.31489/2019Ph4/69-79.

9. Zinchenko S. M. Automatic collision avoidance with multiple targets, including maneuvering ones / S. M. Zinchenko, P. S. Nosov, V. M. Mateychuk, P. P. Mamenko, O. O. Grosheva // *Radio Electronics, Computer Science, Control*, 2019. - № 4. – P211-221. DOI 10.15588/1607-3274-2019-4-20.

10. Voloshynov, S.A. Mobile training technologies in the professional training for the prospective river and maritime transport specialists. *Information technology and training tools*. 75, (2020). 108-121. doi:10.33407/itlt.v75i1.2729.

11. Носова Г.В., Носов П.С. Математичне моделювання комбінованих навчальних процесів. // *Научные труды SWorld.* – Выпуск 3(44). Том 2. – Иваново: Научный мир, 2016 – С. 43-47.

12. Дудченко О.М., Федіна І.В., Носова Г.В., Новиков В.І. Формальна модель ризиків навчально-виробничої системи. // *Научный взгляд в будущее.* – Выпуск 6. Том 1. – Одесса: Куприенко СВ, 2017 – С. 80-84.

13. Носова Г.В. Экспертное оценивание интеллектуальной деятельности студента-программиста // *Збірник наукових праць за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте»* Одеса: Черноморье, 2014. Т.4. С 124-131.