

УДК 004.942

ПІДХІД ДО АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ МОТИВАЦІЙНОЮ СТРУКТУРОЮ НАВІГАТОРА ЗА ДАНИМИ ECDIS

Бень А. П., кандидат технічних наук, професор, **Пономарьова В. П.**,
Носов П. С., кандидат технічних наук, доцент, **Матейчук В. М.** кандидат
технічних наук, старший викладач

Вступ. Вплив людського фактору на безпеку мореплавства є достатньо суттєвим та вивчається багатьма дослідниками і морськими організаціями по всьому світу [1]. Наразі існують підходи, які частково нівелюють негативний вплив людського фактору, але цього не достатньо, враховуючи широкий спектр існуючих засобів водного транспорту та методів управління [2].

Натомість, у багатьох аварійних випадках що спричинені негативним проявом людського фактору навігатора наявна ознака суттєвого «зниження» мотивації. Зниження мотивації, навіть у досвідчених навігаторів, погіршує концентрацію уваги, що призводить до різкого збільшення небезпеки. Складність контролю за динамікою мотивації полягає у тому, що дуже складно визначити від яких чинників вона залежить і яка закономірність цього процесу. Високі збитки під час аварій на водному транспорті змушують наукову спільноту досліджувати всі фактори впливу на безпеку мореплавства [3,4]. Все це передбачає розробку та застосування спеціалізованих систем автоматизації та контролю за якістю експлуатації водного транспорту, забезпечення достатнього рівня кваліфікаційних ознак навігатора, а отже дослідження є актуальним.

Основний матеріал дослідження. Враховуючи складність при ідентифікації структурних елементів мотивації навігатора, доцільно застосовувати нечіткі системи логічного висновку та моделювання у рамках лінгвістичних змінних [5,6]. У ході аналізу антиципації морських навігаторів вдалося визначити п'ять найбільш складних морських ситуацій: F_1 - дуже високий, (63%) (розбіжність з кількома судами, що маневрують); F_2 - високий, (43%) (проходження вузької протоки); F_3 -

середній, (36%) (швартування); F_4 - низький, (11%) (входи та виходи з портів); F_5 - дуже низький (6%) (якірні операції). Нечіткі змінні, що дозволяють отримати нечіткі функції приналежності мотиваційного стану навігатора під час виконання ним своїх посадових обов'язків: α_0 - ядро мотиваційної структури; α_1 - мотивація досягнення; α_2 - прогностична оцінка діяльності; α_3 - функції мотивів відповідно до виконуваної діяльності. Для побудови нечіткої мотиваційної моделі навігатора було запропоновано алгоритм, що передбачає ряд наступних етапів:

1. Проведено серію тестових завдань, застосовуючи навігаційний тренажер. Передбачалося проходження локацій, які потребували певного рівня уваги, за часом концентрації уваги та спектром морських ситуацій. Було отримано матрицю F , яка визначалася вимогами до часу виконання операції за рівнями складності завдань та акваторій-локацій. Визначено також іншу матрицю Q , яка визначена відхиленнями індивідуальної концентрації уваги навігатора за часом відповідно до кваліфікації та відносно рівня складності завдання. Отже було отримано дві матриці, добуток яких дозволив визначити простір концентрації уваги у рамках навігаційної ситуації (1):

$$F \cdot Q = \begin{pmatrix} f_{11}q_{11} + f_{12}q_{21} + \dots + f_{1n}q_{n1} & \dots & f_{11}q_{1q} + f_{12}q_{2q} + \dots + f_{1n}q_{nq} \\ f_{21}q_{11} + f_{22}q_{21} + \dots + f_{2n}q_{n1} & \dots & f_{21}q_{1q} + f_{22}q_{2q} + \dots + f_{2n}q_{nq} \\ \dots & \dots & \dots \\ f_{p1}q_{11} + f_{p2}q_{21} + \dots + f_{pn}q_{n1} & \dots & f_{p1}q_{1q} + f_{p2}q_{2q} + \dots + f_{pn}q_{nq} \end{pmatrix} = C \quad (1)$$

Визначник отриманої матриці C , для прямокутних матриць можна отримати за теоремою Лапласа [7], що дає можливість обчислення за довільними k рядками (стовпцями) виду: $\Delta = \sum_{1 \leq j_1 < \dots < j_k \leq n} (-1)^{i_1 + \dots + i_k + j_1 + \dots + j_k} M_{j_1 \dots j_k}^{i_1 \dots i_k} \bar{M}_{j_1 \dots j_k}^{i_1 \dots i_k}$.

За визначником в окремих ситуаціях, порівняно із нормальним розподіленням можна за часом t , вдалося отримати прояви не випадкової флуктуації поведінки навігатора. Визначити середній рівень уваги навігатора (за одночасним утриманням в експлуатації певної кількості джерел інформації - приладів) відповідно до рівнів: легка (2-4 джерела); середня (5-8) та важка (9-12 і більше).

Сукупність значень визначників за рядом експериментальних даних утворює множину. Враховуючи великий обсяг отриманих даних у навчальних лабораторіях

ХДМА, їх цілком було достатньо для формального аналізу. Отже з'явиться можливість порівнювати наступні отримувані показники відносно нормального розподілення [8], що описано функцією: $\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-u^2/2} du, -\infty$.

Отримані дані про відхилення, що не підпадають під явище похибки можна розглянути як ентропію поведінки навігатора та віднести до проявів позитивної мотивації, S_a , при збереженні достатнього стану безпеки σ_j та в умовах зменшення часу на виконання завдання, враховуючи складність ситуації F_{σ_i} (1).

$$\sum_{i=1}^{N(\sigma)} \pi(\sigma_i | \sigma_j) = 1; \pi(\sigma_i | \sigma_j) > 0; \forall \sigma_i, \sigma_j \in S_a | \sigma_j \quad (1)$$

2. Визначено час виконання завдань при управлінні рухом судна в різних умовах для кожного навігатора у достатній кількості щоб зафіксувати прояви мотивації S_a [9]. Також, слід визначити нечітку функцію приналежності щодо кожного структурного елемента мотивації навігатора ($\alpha_0 \dots \alpha_3$), виду (2):

$$A(\alpha_n) = \left\{ \frac{\alpha_{n1}}{\mu(\alpha_{n1})}, \frac{\alpha_{n2}}{\mu(\alpha_{n2})}, \dots, \frac{\alpha_{nm}}{\mu(\alpha_{nm})} \right\} = A \int_{\alpha} \mu_A(\alpha) / \alpha \quad (2)$$

Побудовані функції приналежності мають будуть початковими для моделювання нечіткої моделі мотивації навігатора. Скорочення часу порівняно із середніми показниками відносно кожного навігатора дозволить виявити рівень нечіткої приналежності його мотиваційної структури.

3. Промодельовавши дію правил нечіткого висновку для навігаторів можна визначити найбільш ефективні режими дисторсії часу при виконанні завдань навігаторами для кожного рівня складності.

Висновок. Запропонований підхід дозволяє визначити індивідуальну мотиваційну складову навігатора та за допомогою автоматизації нечіткого моделювання отримати керуючі впливи. Важливим елементом в дослідженні є баланс між фактором пришвидшення часу виконання завдань-операцій при керуванні рухом судна і загальною безпекою мореплавства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зинченко С.Н., Носов П.С., Грошева О.А., Маменко П.П., Матейчук В.Н. Управление судном в условиях внешних воздействий. Materials of the XI “Modern information technologies in transport, MINTT-2019” May 28-30, 2019 Kherson, Ukraine. С 177-178.
2. Зинченко С.Н., Носов П.С., Грошева О.А., Маменко П.П., Матейчук В.Н. Избыточность по управлению как количественная мера маневренности судна. Materials of the XI “Modern information technologies in transport, MINTT-2019” May 28-30, 2019 Kherson, Ukraine. С 97-99.
3. Plokhikh, V., Popovych, I., Zavatska, N., Losiyevska, O., Zinchenko, S., Nosov, P., & Aleksieieva, M. (2021). Time Synthesis in Organization of Sensorimotor Action. BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience, 12(4), 164-188. <https://doi.org/10.18662/brain/12.4/243>
4. Nosov P.S., Zinchenko S.M., Ben A.P., Nahrybelnyi Ya. A., Dudchenko O.M. Models of decision making by the navigator with implicit agreement of the COLREG rules // Науковий вісник Херсонської державної морської академії: науковий журнал. – Херсон : Херсонська державна морська академія, 2019. – № 1 (20). – С. 31-38.
5. Nosov P., Cherniavskiy V., Zinchenko S., Popovych I., Prokopchuk Y., Safonov M. Identification of distortion of the navigator's time in model experiment // Bulletin of University of Karaganda. Instrument and experimental techniques, 2020. - № 4(100). P. 57-70. DOI: 10.31489/2020Ph4/57-70.
6. Nosov P., Krapivko G., Ben A., Safonov M., Zinchenko S. Disabling the dynamic positioning of the vessel as a cause of the negative influence of human factor in maritime transport. МНПК пам'яті професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. (FS - 2019), 24 – 28 квітня 2019, Одеса – Стамбул – Одеса. Pages 309-315.
7. Salam, Md. (2014). Poisson’s and Laplace’s Equations. 10.1007/978-981-4585-66-8_4.
8. Alruwaili, Bader & Alharbi, Randa & Hossam, Eslam & Riad, Fathy. (2022). On the Mixture of Normal and Half-Normal Distributions. Mathematical Problems in Engineering. 2022. 1-9. <https://doi.org/10.1155/2022/3755431>.
9. Kasjanov V.A., Goncharenko A.V. Quantitative models of influence of subjective factors on flight Safety, Kiev, 2005.