

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ПОТОКУ ЛЮДЕЙ ГРУПАМИ

Касьянов О., НУЦЗУ

НК – Комяк В.М., д. т. н., професор, НУЦЗУ

На практиці часто виникає задача моделювання руху людей підгрупами, прикладами яких можуть слугувати члени сім'ї або рятувальники одного підрозділу. Тому актуальною є задача моделювання руху підгруп людей з урахуванням заданих максимально-допустимих відстаней між їх членами.

Розглянемо підгрупу об'єктів $H_i(u_i) = \bigcup_{r=1}^{n_r} H_r(u_r)$, де $u_r = (x_r, y_r, \theta_r)$ – параметри розміщення H_r [1]. Нехай між об'єктами задані $H_r(u_r)$ та $H_{r+1}(u_{r+1})$ задані максимально-допустимі $\rho_{r,r+1}, r < r+1 = I_{n_r-1}$. Для урахування максимально-допустимої відстані між об'єктами $H_r(u_r)$ та $H_{r+1}(u_{r+1})$ будується квазі-phi-функція $\Phi_+^{H_r, H_{r+1}}(u_r, u_{r+1}, \phi_{r,r+1}, \gamma_{r,r+1})$ [1]. Це означає, що якщо $\rho_{r,r+1}$ є відстанню між $H_r(u_r)$ та $H_{r+1}(u_{r+1})$ та визначається як мінімальна евклідова відстань, тоді нерівність $\Phi_+^{H_r, H_{r+1}}(u_r, u_{r+1}, \phi_{r,r+1}, \gamma_{r,r+1}) \geq 0$ треба розуміти, як $dist(H_r(u_r), H_{r+1}(u_{r+1})) \leq \rho_{r,r+1}$,

Нехай в області евакуації Ω_m на k -ій ітерації знаходиться N_k людей. Для кожної поточної точки з координатами $g_i(x_i, y_i)$ визначається вектор швидкості $\vec{v}_i(x_i, y_i)$. При моделюванні індивідуально-потокowego руху розглядається переміщення людей підгрупами, при цьому задана максимальна відстань, на яку можуть віддалятися члени кожної підгрупи один від одного. Кожна підгрупа утворює складений об'єкт $H_i = \bigcup_{r=1}^{n_r} H_r$, умови неперетинання між об'єктами цієї підгрупи можна записати за допомогою нормалізованих квазі-phi-функцій: $\Phi_+^{H_r, H_{r+1}}(u_r, u_{r+1}, \phi_{r,r+1}, \gamma_{r,r+1}) \geq 0, r < r+1 = I_{n_r-1}$. Об'єкти підгруп повинні неперетинатись між собою та належати області Ω_m .

Ступінь зв'язності людей в підгрупах визначається попарно заданими коефіцієнтами. При цьому рівність відповідного коефіцієнта 1 означає практично нерозривний зв'язок (наприклад, мати і дитина), рівність 0 означає відсутність зв'язку.

Тоді математична модель підзадачі на k -ій ітерації може бути сформульована у вигляді пошуку максимуму сукупного переміщення людей, які знаходяться в області евакуації, для яких зберігаються максимально-допустимі відстані між членами підгруп та технологічні обмеження маневреності руху.

У якості пошуку наближення до локального екстремуму може бути застосований алгоритм послідовного індивідуально-потокowego переміщення людей, який при моделюванні дозволяє утворювати підгрупи з наперед заданими максимально-допустимими відстанями між їх членами.

В роботі експериментально показано, що при збільшенні середньоквадратичного відхилення швидкості руху індивідів від їх математичного сподівання спостерігаються, як правило, розбиття потоку на підгрупи, кожна з яких рухається з різною швидкістю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Комяк В.М., Кязімов К.Т. Модель та спосіб моделювання руху груп людей з будівель при надзвичайних ситуаціях. *Сучасні проблеми моделювання*. Мелітополь: МДПУ. 2020. Вип. 18. С. 128–135.