

АГЕНТЛАРГА АСОСЛАНГАН МОДЕЛЛАШТИРИШ (АВМ) АСОСИДА ФАВҚУЛОДДА ВАЗИЯТЛАР ЮЗАГА КЕЛГАНДА ИНСОНЛАРНИ ЭВАКУАЦИЯ ҚИЛИШНИ БАҲОЛАШ

Султаниязов Бердах Бахитбай ули

Қорақалпоғистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар бошқармаси Табиий ва техноген
хусусиятли фавқулодда вазиятлар бўлими бошлиғи капитан

Ахмедов Аллаяро Бахтиярович

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD), доцент

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14848492>

Аннотация. Агентларга асосланган моделлаштириш (АВМ) жамоат жойларида одамларнинг индивидуал ва гуруҳ ҳаракатларини симуляция қилиш учун қўлланилади. Ушбу усулда ҳар бир агент (шахс) ўзи ҳаракат қарорларини қабул қилади ва ҳаракатнинг умумий динамикаси уларнинг ўзаро таъсиридан келиб чиқади. Агентлар турли ҳолатлар ва тўсиқлардан қандай ўтишини ҳал қиладилар. Масалан, фавқулодда вазиятларда (сув тошқини, ёнғин ёки zilzila) эвакуация вақтида инсонлар тез ҳаракатланиши натижасида ҳар хил тўсиқларга дуч келиши мумкин. Ушбу моделдан бундай муаммоларнинг олдини олиш ва эвакуация жараёнини баҳолаш учун фойдаланиш мумкин.

Калит сўзлар: модел, динамика, агент, инновация, симуляция, жамоат жойлари, назария, эвакуация, формула, алгоритм.

ASSESSING THE EVACUATION OF PEOPLE IN EMERGENCY SITUATIONS BASED ON AGENT-BASED MODELING (ABM)

Abstract. Agent-Based Modeling (ABM) is used to simulate the individual and group movements of people in public spaces. In this approach, each agent (person) makes their own movement decisions and the overall dynamics of movement emerge from their interactions. Agents decide how to navigate through various conditions and obstacles. For example, in emergency situations (such as floods, fires or earthquakes) the rapid movements of people during evacuation may result in encountering different obstacles. This model can be used to prevent such issues and to evaluate the evacuation process.

Keywords: model, dynamics, agent, innovation, public spaces, theory, evacuation, formula, algorithm.

ОЦЕНКА ЭВАКУЦИИ ЛЮДЕЙ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ОСНОВЕ АГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (АВМ)

Аннотация. Агентное моделирование (АВМ) используется для моделирования индивидуальных и групповых движений людей в общественных местах. При таком подходе каждый агент (человек) принимает собственные решения о движении, а общая динамика

движения возникает в результате их взаимодействия. Агенты решают, как преодолевать различные условия и препятствия. Например, в чрезвычайных ситуациях (таких как наводнение, пожар или землетрясение) быстрое перемещение людей во время эвакуации может привести к столкновению с различными препятствиями. Эту модель можно использовать для предотвращения подобных проблем и для оценки процесса эвакуации.

Ключевые слова: модель, динамика, инновация, общественные пространства, теория, эвакуация, алгоритм.

Кириш. Фавқулудда вазиятларда, масалан, ёнғинлар, сув тошқинлари, зилзила каби ҳолатлар юзага келганда инсонларнинг ҳавфсизлигини таъминлаш ва тезкор эвакуация жараёнларини ташкил этиш долзарб масала ҳисобланади. Инсонлар ҳаракати, уларнинг индивидуал ҳуқ-атвори ва юзага келган фавқулудда вазиятларни ҳисобга олган ҳолда эвакуация жараёнини моделлаштириш муҳим аҳамиятга эга. Агентларга асосланган моделлаштириш (ABM) – бу мураккаб тизимлар, айниқса фавқулудда вазиятларда эвакуация жараёнларини симуляция қилишда самарали усуллардан бири ҳисобланади.

Агентларга асосланган моделлаштириш (ABM) – бу ҳар бир агентни (шахс, объект ёки бошқа элементларни) мустақил субъект сифатида қабул қилиб, уларнинг қарорлар қабул қилиш жараёнларини ва ўзаро муносабатларини ҳисобга олган ҳолда умумий тизим динамикасини моделлаштириш усулидир. ABM усули орқали ҳар бир агентнинг индивидуал хусусиятлари, ҳаракатланиш услублари, қарор қабул қилиш механизмлари ва ташқи муҳит билан ўзаро таъсири тўлиқ тасвирланади. Бу, ўз навбатида, фавқулудда вазиятлардаги эвакуация жараёнларини тадқиқ қилиш ва оптимал стратегияларни аниқлашда муҳим аҳамият касб этади.

Агентларга асосланган моделлаштириш (ABM) бўйича ҳисоб-китобларни батафсил кўриб чиқамиз. Бу модел агент (шахс)лар ўртасидаги ўзаро таъсирлар асосида эвакуация жараёнини симуляция қилишга ёрдам беради.

1. Асосий параметрлар

ABM моделини ҳисоблаш учун қуйидаги асосий параметрлар ҳисобга олинади:

- N – агентлар сони (одамлар, машиналар ва ҳ.к.з сони).
- $S_i(t)$ – агент i нинг t пайтдаги жойлашуви.
- $V_i(t)$ – агент i нинг тезлиги.
- D_i – агент i нинг чиқиш йўлига бўлган масофаси.
- $P_{i,j}$ – агент ўртасидаги ўзаро таъсир эҳтимоли.

2. Ҳаракат динамикасини моделлаштириш

Агентлар ўз жойлашувини қуйидаги тенглама асосида янгилайди:

$$S_i(t+1) = S_i(t) + V_i(t) \cdot \Delta t$$

Бу ерда:

- $S_i(t)$ – агентнинг ҳозирги жойлашуви,
- $V_i(t)$ – агентнинг жорий тезлиги,
- Δt – вақт интервали.

Агар агентлар одамлар бўлса, тезлик пиёдаларнинг ўртача тезлиги бўйича ҳисобланади:

$$V_i = \max(0, V_{\max} - k \cdot p)$$

Бу ерда:

- $V_{\max}$ – эркин ҳаракат тезлиги (масалан, 1,5 м/с),
- p – агент атрофидаги одамлар зичлиги,
- k – зичлик таъсири коэффициент.

3. Агентлар ўртасидаги ўзаро таъсир

Агентлар бир-бирига яқин келганда ҳаракат йўналишини ўзгартиради. Бунга одатда кучи қуйидаги формула билан берилган тўқнашувдан қочиш модели ёрдам беради:

$$F_{ij} = Ae - \frac{d_{ij}}{B}$$

Бу ерда:

- A – агентлар ўртасидаги таъсир кучи,
- B – таъсир радиуси,
- d_{ij} – агентлар ўртасидаги масофа.

Агар $d_{ij} \leq R$ (агентлар жуда яқин), улар бир-бирдан узоқлашишга ҳаракат қилади.

4. Эвакуация стратегияси

Агентлар чиқиш йўлини топиш учун энг қисқа масофани ҳисоблайди. Бундай стратегиялар одатда Дейкстра ёки A^* алгоритмидан фойдаланади.

Дейкстра алгоритми асосий формуласи:

$$D(v) = \min(D(u) + w(u, v))$$

Бу ерда:

- $D(v)$ – агент v нуқтага етиши учун энг қисқа масофа,
- $w(u, v)$ – йўлнинг агент учун қийматлантирилган узунлиги.

Агентлар бу йўналиш бўйича ҳаракат қилади ва вақтинчалик тўсиқлар пайдо бўлса, йўналишни қайта ҳисоблайди.

5. Мисол – 10 киши билан симуляция

Келинг, 10 та агент (одам) чиқиш йўлига ҳаракат қилаётганини ҳисоблаймиз. Агар уларнинг бошланғич тезлиги 1.2 м/с бўлса ва улар бир-бирига жуда яқин келганда 0.8 м/с гача секинлашса, чиқишгача бўлган ўртача вақт қуйидагича ҳисобланади:

$$T = \frac{D_{exit}}{V}$$

Агар:

- D_{exit} – 20 м (чиқишга масофа),
- V – 1.0 м/с (зичликни ҳисобга олган ҳолда ўртача тезлик),

унда:

$$T = \frac{20}{1.0} = 20 \text{ секунд}$$

Агар одамлар зичлиги юқори бўлса (масалан, стадионда ёки бекатда), ўртача тезлик пасаяди ва эвакуация вақти ошиб боради.

Хулоса

Агентларга асосланган моделлаштириш (АВМ) инсон ҳаракатини ҳисобга олиш имконини беради ва эвакуация жараёнларини реалистик моделлаштиришда ишлатилади. Юқоридаги модел дунё бўйича турли илмий тадқиқотлар ва хорижий тажрибалар асосида ишлаб чиқилган ва қўлланилган. Хорижий тажрибалардан мисол келтирадиган бўлсак,

■ АҚШ – University of Notre Dame ва Los Alamos National Laboratory тадқиқотчилари Multi – Agent Simulation (MAS) моделини ривожантиришган. Бу модел Нью-Йорк, Чикаго каби шаҳарларда оммавий одамлар оқимини таҳлил қилиш учун қўлланилган.

■ Япония – Tokyo Institute of Technology агент моделларидан метро ва темир йўл бекатларидаги эвакуация жараёнларини ўрганишда фойдаланилган.

■ Германия – Fraunhofer Institute агентлар асосидаги симуляция орқали аэропорт ва вокзалларда эвакуация жараёнларини таҳлил қилган.

REFERENCES

1. Nigel Gilbert., “Agent-Based Models”, илмий-мақола. – T: Priceton University Press, 2008-й. – 56-78 б.
2. Yoav Shoham., Kevin Leyton-Brown., “Multi-Agent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic and Logical”, илмий-мақола. – T: Cambridge University Press, 2008-й. – 102-115 б.
3. Uri Wilensky., William Rand., “Introduction to Agent-Based Modeling” илмий-мақола. – T: MIT press, 2008-й. – 189-210 б.