

УДК 681.3.07

ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УПРАВЛІННІ ДОРОЖНІМ РУХОМ

Л.С. Абрамова, доцент, к.т.н., ХНАДУ

Анотація. Розглянуто можливості та переваги застосування теорії штучного інтелекту в управлінні дорожнім рухом. Надано опис структурних схем раціональних агентів, проектування яких є задачею штучного інтелекту.

Ключові слова: дорожній рух, системи управління, штучний інтелект, раціональний агент, проектування систем.

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УПРАВЛЕНИИ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Л.С. Абрамова, доцент, к.т.н., ХНАДУ

Аннотация. Рассмотрены возможности и преимущества применения теории искусственного интеллекта в управлении дорожным движением. Приведено описание структурных схем рациональных агентов, проектирование которых является задачей искусственного интеллекта.

Ключевые слова: дорожное движение, системы управления, искусственный интеллект, рациональный агент, проектирование систем.

ELEMENTS OF THE THEORY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MANAGEMENT OF TRAFFIC

L. Abramova, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, KhNAHU

Abstract. The opportunities and benefits of applying the theory of artificial intelligence to manage traffic are considered. The description of structural schemes of rational agents, designing of which is the task of the artificial intelligence is given.

Key words: traffic, management system, artificial intelligence, rational agent, systems design.

Вступ

На сьогодні проблема забезпечення підвищення рівня безпеки дорожнього руху у нашій країні потребує термінових та ефективних заходів її вирішення. Згідно з прогнозами, за період між 2000 та 2020 роками смертність від дорожньо-транспортних пригод у країнах з високим доходом населення зменшиться на 30 %, однак стрімко зросте у країнах з низьким та середнім доходом. Якщо не вжити необхідних заходів своєчасно, то до 2020 року дорожньо-транспортний травматизм, відповідно до змін у ранжуванні DALY [1], може бути третім компонентом у глобальному переліку хвороб та травм (у 1990 році

дорожньо-транспортний травматизм займав 9-е місце серед усіх причин смертності населення у світі).

Аналіз публікацій

При вирішенні проблеми управління транспортними системами та дорожнім рухом у США застосовується «Інтелектуальна транспортна система» (Intelligent Transportation System, далі ITS), яка має здатність щодо управління дорожнім рухом на існуючій вулично-дорожній мережі міста з урахуванням її щільності та пропускної спроможності. Під ITS розуміють застосування інформаційних технологій, систем управління та програмно-

го забезпечення задля досягнення ефективного функціонування наземного транспорту. Відмінна ознака таких систем – автоматичне (або із мінімальною участю оператора) формування управляючих дій у режимі реального часу [2].

У світовій практиці відомо 5 поколінь систем управління дорожнім рухом [3]: Покоління 1-е. Розрахунок і введення параметрів управління в АСУДР виконуються вручну («Старт» (м. Москва), «Город-М» (міста Алмати, Томськ, Новосибірськ)). Покоління 2-е. Розрахунок управляючих дій автоматизований, введення їх в АСУДР виконується вручну («Старт-1» (м. Москва), АСКУ «Магістраль» (м. Баку), «Город-М1» (міста Омськ, Мінськ, Рига, Ярославль), «Сигнал», «Смарагд», TRANSYT (Великобританія)). Покоління 3-е. Розрахунок управляючих дій і введення параметрів в АСУДР автоматизовані. Управління за прогнозом динаміки транспортних потоків (TRANSYT (Великобританія), Peek Traffic з підсистемою AUT (Великобританія), АСУДР Siemens (Санкт-Петербург)). Покоління 4-е. Управління в реальному часі. Управляючі дії визначаються методами штучного інтелекту. Покоління 5-е. Інтелектуальні системи управління (FRED (Голландія), TRYS (Німеччина), проект демонстрації транспортного коридору Санта-Моніки (США)).

На вулично-дорожній мережі міст України функціонують автоматизовані системи управління дорожнім рухом 2-го покоління та елементи 3-го покоління. Але цього недостатньо, якщо країна бажає інтегруватися у Європейський союз, де застосовуються новітні технології управління на підставі штучного інтелекту – систем управління 4-го та 5-го поколінь.

Мета і постановка задачі

У статті наведено аналіз засад теорії штучного інтелекту з метою проектування елементів систем управління дорожнім рухом.

Метою сучасної теорії управління динамічними процесами, особливо на пряму стохастичного оптимального управління, є проектування систем, які максимізують цільову функцію у часі математичними методами, це – диференціальне та інтегральне числення, алгебра матриць. Штучний інтелект був розроблений як засіб запобігання обмеженням математичного апарату теорії управління [4].

У сучасній науці визначений підхід, згідно з яким інтелектуальність пов'язана з раціональною діяльністю. В ідеальному випадку інтелектуальний агент визначає найкращу управляючу дію на об'єкт управління. Тому при проектуванні інтелектуальних систем управління головною проблемою є проблема розробки агентів, які є інтелектуальними саме у цьому сенсі. Штучний інтелект – це один з напрямів комп'ютерних наук; окрім того, це галузь, в якій останнім часом з'являються розробки елементів управління дорожнім рухом, який функціонує у складному змінному середовищі.

У підході до створення теорії штучного інтелекту на підставі «законів мислення» для формування логічних висновків вагомою частиною є програми управління, які мають назву агентів (від латинського «agere» – діяти). Але комп'ютерні агенти мають атрибути відмінності від звичайних програм, а саме – здатність функціонувати при автономному управлінні, реагувати на середовище та адаптуватися до змін його параметрів.

Рациональним агентом є такий агент, який діє з метою отримання найкращого результату за умови невизначеності. За цих обставин підхід до дослідження штучного інтелекту як області проектування раціональних агентів для систем управління має такі переваги: по-перше, цей підхід є узагальнюючим у порівнянні з підходом, що базується на застосуванні «законів мислення», оскільки коректний логічний висновок – це тільки один з декількох механізмів досягнення раціональності; по-друге, він є найбільш перспективним для наукових розробок у порівнянні з підходами, які ґрунтуються на дослідженні людської поведінки, або мислення, тому що у нього чітко визначена раціональність.

При цьому треба враховувати, що у складному середовищі задача досягнення повної раціональності не має розв'язку. Тому у теорії штучного інтелекту існує поняття обмеженої раціональності – тобто організації програмних дій у ситуаціях, коли часу на виконання обчислень не вистачає, а саме коли йдеться про управління дорожнім рухом у режимі реального часу.

Задачею штучного інтелекту є розробка агента, який може працювати в обчислювальному пристрої поряд із фізичними датчиками та виконавчими пристроями. У цілому

ці компоненти мають назву архітектури, а структуру агента умовно можна визначити як агент = архітектура + програма. Загалом архітектура забезпечує передачу у програму результатів вимірювання параметрів середовища датчиками, виконання програми та передачу виконавчим пристроям варіантів управляючих дій, сформованих у програмі.

Опис рефлексних агентів штучного інтелекту

При аналізі засад штучного інтелекту відокремили декілька типів агентів, які можна застосовувати у системах управління дорожнім рухом [5].

Рефлексний агент – це простіший вид агента. Подібні агенти обирають спосіб діяти на підставі поточних вимірів параметрів середовища, ігноруючи попередні виміри. На рис. 1 наведено структуру агента, де у схематичній формі доведено, яким чином правила «умова–дія» дозволяють агенту реалізувати зв'язок від етапу сприйняття середовища до реалізації управління. Під «умовами» розуміємо середовище, в якому функціонує об'єкт управління – дорожній рух, а дія – це сформована управляюча дія на об'єкт управління. До датчиків агента при управлінні дорожнім рухом відносяться детектори транспорту, пристрої відеозйомки та пристрої теленагляду. До виконавчих пристроїв належать світлофорні пристрої та керовані дорожні знаки. Правила «умова–дія» формуються фахівцями залежно від обраного методу управління дорожнім рухом та типу системи управління. Саме на підставі структури рефлексного агента можна розробити адаптивну систему управління дорожнім рухом. Відомо декілька типів рефлексних агентів.

Розробка моделей управління є найбільш ефективним способом організації роботи системи управління в умовах часткового виміру параметрів навколишнього середовища та об'єкта управління. Для рефлексного агента це означає, що агент повинен підтримувати свій внутрішній стан, який залежить від статистичних даних, отриманих раніше. Для управління дорожнім рухом, з огляду на нестаціонарність параметрів об'єкта управління, таким параметром є інтенсивність транспортного потоку. Для забезпечення можливості оновлення внутрішньої інформації протягом часу необхідні закодовані знання двох типів.

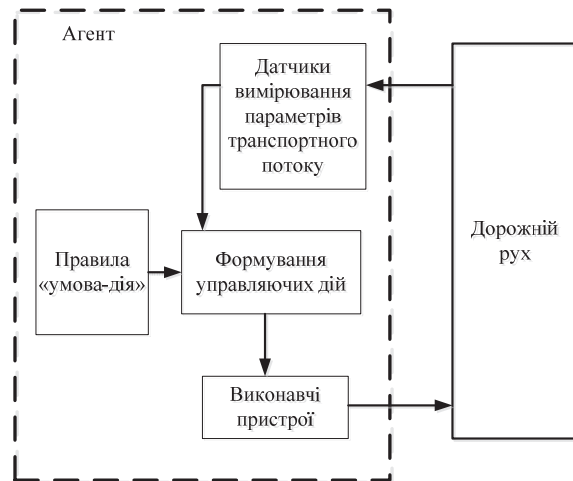


Рис. 1. Схема структури рефлексного агента

По-перше, потрібна інформація, як змінюється інтенсивність транспортних потоків; по-друге – інформація щодо зміни узагальнюючого параметра зовнішнього середовища (яким є вулично-дорожня мережа) – пропускної спроможності вулично-дорожньої мережі. Ці знання можуть бути реалізовані у логічних схемах, або у теорії управління у вигляді моделі. Агент, в якому застосовується така модель, є агентом, застосованим на моделі (рис. 2). Програма такого агента відповідає за побудову опису подальшого стану середовища. Тоді функцією агента повинно бути урахування впливу дії агента на стан середовища.

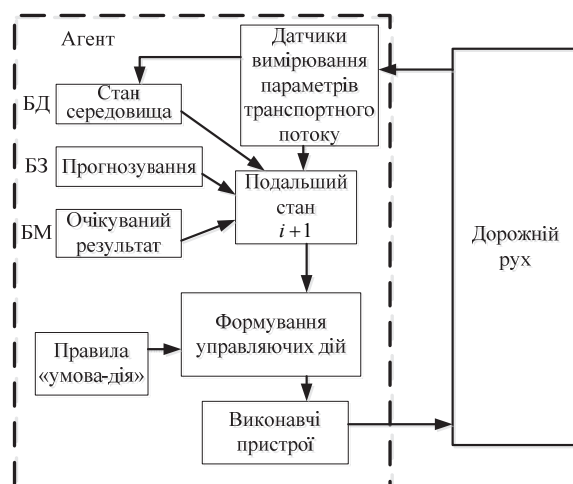


Рис. 2. Схема структури рефлексного агента, що базується на моделі: БД – база даних; БЗ – база знань; БМ – база моделей

За даною структурною схемою рефлексного агента можна реалізувати програмно-адаптивні методи управління дорожнім рухом, які працюють у реальному часі, якщо

керуючий контролер, який формує управляючі дії, має таймер часу. Кількість програм управління залежить від динаміки зміни інтенсивності транспортного потоку у часі. Кількість програм управління залежить тільки від обсягу пам'яті контролера.

Опис агента, що базується на досягненні мети. При проектуванні агентів інтелектуальних систем управління виникає проблема прийняття рішення вибору алгоритму управління дорожнім рухом. Для цього агенту потрібен не тільки опис поточного стану об'єкта управління, а й інформація стосовно мети функціонування об'єкта. Програма агента може комбінувати цю інформацію з інформацією стосовно результатів управляючих дій для вибору послідовності операцій, які призведуть до поставленої мети. Структуру агента, який діє на підставі мети, наведено на рис. 3.

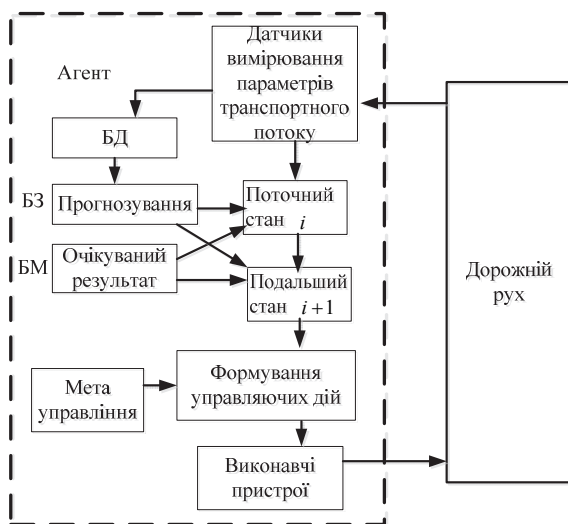


Рис. 3. Структурна схема агента, що базується на досягненні мети

Іноді задача формування управляючих дій, за наявності мети, вирішується за один цикл, а іноді процес рішення складається з послідовності обчислювальних операцій для досягнення мети. Тоді складовими теорії штучного інтелекту у процесі формування послідовності дій для досягнення мети є пошук та планування.

Планування – це процес формування послідовності дій, які дозволяють досягти мети. Якщо середовище, в якому діє об'єкт управління, можна описати детермінованими, статистичними та дискретними методами, то таке середовище має ознаки застосування

класичного планування. Некласичне планування призначене для часткових спостережень у середовищі, або за наявності стохастичних ознак середовища. Тоді структуру агентів необхідно змінювати. Успішне розв'язання задачі при плануванні має процес декомпозиції задачі, або декомпозиції мети.

Запропонований опис агента, що базується на досягненні мети, може бути застосований для проектування систем управління дорожнім рухом зональної або районної дії, наприклад, магістрального управління дорожнім рухом у містах. При побудові структури агента можна застосовувати звичайні назви елементів структури: опис стану середовища, параметри якого вимірюють датчики, формується у базі даних (БД).

Опис майбутнього стану середовища визначається моделями прогнозу і може бути визначений як база знань (БЗ); очікуваний результат у наступному кроці можна отримати на підставі бази моделей (БМ). Наведена структура є досить гнучкою, оскільки знання, на яких ґрунтуються рішення, наведені явно та можуть бути модифіковані.

У процесі управління дорожнім рухом існують алгоритми управління, коли досягнення однієї мети його функціонування буває недостатньо. Багатокритеріальність об'єкта управління, а саме наявність зустрічних критеріїв оцінки його ефективності, передбачає декілька варіантів послідовності етапів, які можуть привести до формування управляючих дій. Для порівняння стану дорожнього руху після реалізації дії управління можна користуватись категоріями «задовільно» чи «незадовільно». Тому функція корисності означає відповідний ступінь задоволеності результатом управління. Загальна специфікація функції корисності забезпечує можливість приймати раціональні рішення, коли цього не забезпечують процеси досягнення мети. По-перше, якщо маємо конфліктні цілі, то можна досягти деяких із них (наприклад, або визначення оптимальної швидкості руху транспортних засобів, або зменшення часу проїзду за маршрутом), тоді функція корисності дозволяє визначити компромісне рішення. По-друге, якщо управління має декілька цілей щодо об'єкта, але жодної не можна досягти із повною визначеністю, то функція корисності являє зручний спосіб узгодженої оцінки ймовірності успіху з урахуванням важливості цілей.

Тому необхідно сформулювати вимоги до раціонального агента, щоб він володів функцією корисності, очікуване значення якої він може максимізувати. На підставі цього поняття раціональності необхідно перетворити в локальні обмеження на структуру раціонального агента, яка може бути виявлена у вигляді програмного забезпечення. Структуру агента, який діє з урахуванням корисності, наведено на рис. 4.

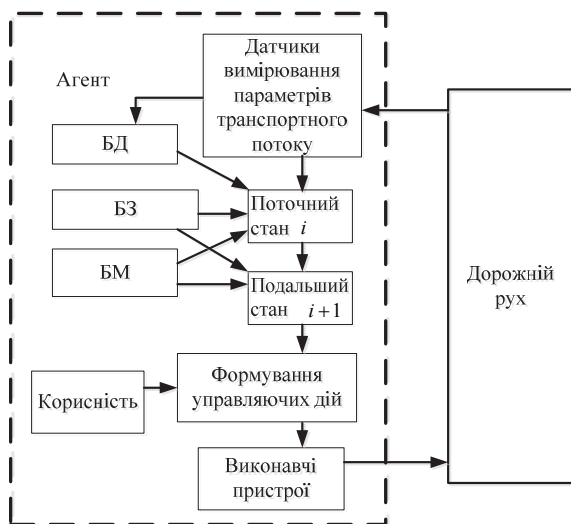


Рис. 4. Структура агента з урахуванням корисності

Наведена структура дозволяє агенту застосовувати базу знань поряд із функцією корисності, яка визначає ступінь важливості дії агента на підставі бази моделей. Агент обирає ту управляючу дію, яка приводить до очікуваної корисності, для розрахунків якої виконуються усереднення за всіма можливими результатами формування управляючої дії з урахуванням коефіцієнта ймовірності кожного результату.

Висновки

Таким чином, було розглянуто загальні теоретичні засади штучного інтелекту. До висновків можна віднести таке. Агент – це програмне забезпечення, що діє у визначеному середовищі. Функція агента – визначати управляючу дію як відповідь на послідовність зміни стану середовища. Показники продуктивності визначають поведінку агента у середовищі. Раціональний агент діє таким чином, щоб отримати максимальні значення показників продуктивності. До специфікації проблемного середовища належить визначення показників продуктивності

об'єкта управління, датчиків, виконуючих пристроїв, а також зовнішнього середовища, тобто дорожнього руху, детекторів транспорту, світлофорних пристроїв та вулично-дорожньої мережі. Програма агента реалізує функції агента. Програми звичайних рефлексних агентів відповідають за вимір параметрів середовища, тоді як рефлексні агенти, які базуються на моделі, утримують внутрішній стан об'єкта управління. Агенти, які діють на підставі мети, організують свої дії таким чином, щоб досягти мети, а агенти з урахуванням корисності намагаються здобути найбільшу очікувану «задоволеність». На сьогодні при проектуванні систем управління дорожнім рухом застосовують комп'ютерні моделі управління для визначення параметрів управляючих дій, але цього недостатньо.

Література

1. Всемирный доклад о предупреждении дорожно-транспортного травматизма: резюме: [Электронный ресурс] / Всемирная организация охраны здоровья. – Режим доступа : \www/ URL: / <http://www.who.int/publications/list/9241562609/ru/>.
2. Barcelo J. Modelling Advanced Transport Telematic Application with Microscopic Simulators: The Case of AIMSUN2 / J. Barcelo, J. Casas, J.L. Ferrer, D. Garcia // Traffic and Mobility: simulation, economics, environment. – Berlin: Springer, 1999. – P. 205–221.
3. Del Castillo J.M. On the functional form of the speed-density relationship – I: General theory / J.M. Del Castillo, F.G. Benitez // Transportation Research Part B: Methodological. – 1995. – Vol. 29, issue 5. – P. 373–389.
4. McCarthy J. A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence / J. McCarthy, M.L. Minsky // Tech. rep., Dartmouth College. Reprinted in AI Magazine, 2006. – Vol 27, № 4. – P. 12.
5. Рассел С. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг; пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 1408 с.

Рецензент: О.В. Денисенко, доцент, к.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 17 травня 2013 р.