

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ПІДСИСТЕМА ДІЛОВОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ГРИ

© Буров Є.В., Лотоцький Ю.М., Нікольський Д.М., 2009

Розглянуто та запропоновано структуру і принципи роботи ігрової системи моделювання конфліктних ситуацій в економіці, що містить підсистему автоматизованого прийняття рішень. Запропонована система дає змогу отримувати досвід у прийнятті рішень, і має модуль, який автоматизовано приймає рішення та навчається у ході гри.

Ключові слова – інтелектуальні системи, ігрові системи, моделювання конфліктних ситуацій.

General framework and architecture of the game system for modeling of conflict situations is proposed with a subsystem for automated decision support. This system allows to get experience in decision making, and also has an decision making module which learns during the game.

Keywords – intelligence systems, game system, modeling of conflict situations.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень

У сучасному житті все частіше виникає необхідність приймати обґрунтовані рішення в різних конфліктних ситуаціях. Ефективність ухвалених рішень у сфері економіки забезпечує добробут власників підприємств, їх працівників, а також в глобальнішому аспекті – добробут громадян країни. Для отримання досвіду в прийнятті рішень в економіці традиційні методи спроб і помилок є неадекватними, вимагають значних витрат часу та ресурсів. Використовуючи сучасні методи інформаційних технологій та інтелектуальних систем прийняття рішень, можна одержувати, з одного боку, підказки у прийнятті рішення, а з іншого – за допомогою методу ігор набути необхідного досвіду у прийнятті рішень.

Зазначимо, що для кращого вивчення усіх процесів, що відбуваються в економічних системах, використання моделювання є доволі ефективним.

Розглянемо напрями, методології та підходи, які доцільно використовувати для створення підсистеми штучного інтелекту ігрової системи, враховуючи вимоги, які повинен задовольняти модуль штучного інтелекту відносно усієї проектованої системи.

Нейронні мережі і їх варіації. Такі мережі є сукупністю взаємозв'язаних елементів, які є математичною моделлю нейронів мозку. Їх використовують для визначення апріорі невідомих складних функціональних залежностей на підставі статистичних даних. Сам мережевий принцип добре відповідає області ігрових ситуацій, проте структура модельованого нейрона є неприродною для вибраної предметної області. Використання цієї методики потребувало б складних побудов на етапі проектування.

Байсові (ймовірнісні) мережі. Вони моделюють ймовірнісні причинно-наслідкові зв'язки. Дають змогу розраховувати вірогідність настання тієї або іншої події, якщо відома апріорна вірогідність причин. Сам принцип застосування ймовірнісного підходу дає змогу коректно оперувати інформацією в області невизначеності, проте потребує трансформації в тому розумінні, що результатом аналізу має бути не ймовірність певної події, а числове значення певного показника.

Методи евристичної самоорганізації. Методи цієї групи досліджують функціональні і ймовірнісні взаємозв'язки “входів” і “виходів” деякої системи, тобто дають змогу моделювати складні нелінійні процеси і системи за відсутності апріорних знань про структуру моделі. Метод

групового обліку аргументів (МГОА), наприклад, дає змогу моделювати невідомі закономірності функціонування досліджуваного процесу або системи за інформацією, яка неявно міститься у вибірці “вхідних” і “вихідних” даних. Подібний принцип може бути застосований і для роботи із складними ігровими системами, проте за одним винятком: оскільки для ігрової системи внутрішня структура системи є відомою, це значно спрощує застосовані методи.

Теорія ігор дає змогу формалізувати опис процесів ухвалення свідомих цілеспрямованих рішень за участю однієї або декількох сторін в умовах невизначеностей, ризиків і конфлікту, які виникають при зіткненні інтересів. Завдання теорії ігор полягає у виробленні рекомендацій раціонального способу дій учасників процесу ухвалення рішень, тобто у визначенні оптимальної стратегії для кожного з них. Стандартні методи теорії ігор незастосовні для складних ігрових структур, тому цей напрям використовують лише для визначення базових принципів [1].

Підводячи підсумок аналізу наведених методів, зазначимо, що найперспективнішими для розв’язання таких задач є мережеві методи, проте для використання будь-якого конкретного із них необхідним є приведення внутрішньої структури гри до стандартної для вказаного алгоритму. Усі описані мережеві методи пристосовані для оперування даними у форматі, невідповідному до представлення гри, що утруднює налаштування і використання таких засобів. Основною метою цієї роботи є створення такого формату подання внутрішньої структури гри та ігрової інформації, який би за мінімального додаткового опрацювання відповідав як поданню гри з боку користувача, так і поданню, придатному для обробки мережевим методом штучного інтелекту. Вибраний підхід до реалізації штучного інтелекту не класифікується у межах згаданих вище мережевих алгоритмів, проте поєднує їх ідеї із принципами теорії ігор та універсальності подання.

Виклад основного матеріалу дослідження

Створена система дає змогу моделювати певну ситуацію (економічну, конфліктну), задавши відповідні правила, які відображають реальну систему, і які необхідно враховувати в процесі прийняття рішень та аналізі діяльності системи. Система здійснює моделювання в ігровій ситуації з використанням теорії ігор. Після того, як були задані правила функціонування системи, і створена система-модель, відбувається процес гри між різними гравцями: користувачами-людьми, а також модулем штучного інтелекту (рис. 1). Залежно від конкретних дій усіх учасників формується реакція системи. Накопичені статистичні дані, що виконують роль досвіду, дають змогу імітувати навчання для штучного інтелекту.

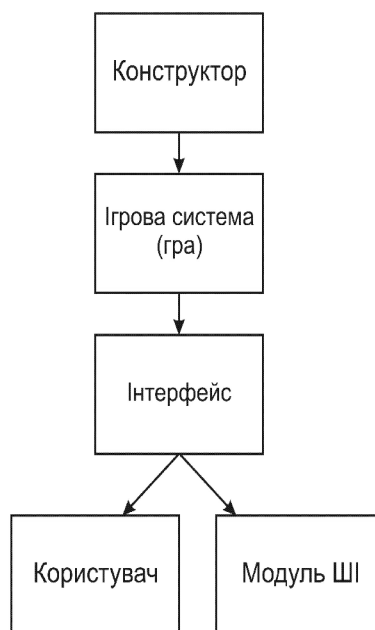


Рис. 1. Загальна схема системи

Теорія ігор пропонує прості та ефективні алгоритми для вирішення конфліктних ситуацій. Проте для виправданого їх використання необхідні обмеження, які залежать від класифікації відповідної гри за кількістю гравців, взаємин і вигравів. Проте існує можливість логічно поєднати певні складніші варіанти із простішими, якщо простий випадок є підмножиною складного.

Приміром, задавши правила гри, в яку у певний момент часу не грають гравці, ми створюємо описову модель ситуації (характеризується як гра для нуля осіб). Під час приєднання гравців до такої гри вона швидко проходить етапи гри для одного (система без протидії з боку середовища), двох (напрямок теорії ігор, який є найрозробленішим), і багатьох гравців, при цьому її внутрішня логіка не змінюється.

Аналізуючи характер взаємин і вигравів, можна відзначити схожу аналогію: простіший випадок (наприклад, гра з нульовою сумою), здебільшого може бути специфічним чи випадковим варіантом складнішого (гри з ненульовою сумою). В іншому випадку у ігровій системі часто можливо виділити порівняно автономну підсистему, яка би відповідала простішому варіанту. Отже, використовуючи універсальніші алгоритми, можна правильно розв'язувати задачі для простіших випадків, втрачаючи ефективність під час розв'язання, проте не при використанні розв'язку. Саме тому система для багатокористувацької гри з ненульовою сумою може включати значну кількість можливостей, застосовних і для простіших випадків. Вибраний підхід значною мірою застосовний до ігрових систем, класифікованих не як багатокористувацькі із нульовою сумою.

Проаналізуємо базові терміни, які були використані для побудови ігрової системи, і елементи системи, що стоять за цими поняттями.

Елементарна гра. Будь-яку складну гру можна розглянути як сукупність підсистем взаємодій, що можуть бути характерними для будь-якого гравця і зв'язків між ними. Для кожної такої підсистеми кількість внутрішніх взаємозв'язків істотно переважає кількість зовнішніх (саме ця ознака і є основним принципом для виокремлення таких підсистем). Будь-яку таку підсистему, виокремлену із загальної ігрової системи, назвемо *елементарною грою*.

Спосіб виокремлення і класифікація елементарних ігор. Економічна система, що моделюється, зазвичай містить у собі кілька частин, що відрізняються за внутрішньою логікою і мають різне застосування. Приміром, будь-яке виробництво об'єднує, найчастіше, власне виробництво (логіка управління виробництвом), транспорт і перевезення (логістична логіка), реалізацію кінцевої продукції (логіка маркетингу і конкуренції із аналогічними продуктами) тощо. Кожний з цих етапів можна вважати таким, що виконує над кожним видом ресурсів єдиний тип операцій. Відповідно, під час моделювання, в якому кінцевим результатом стає ігрова система, кожному такому етапу у відповідність ставиться елементарна гра.

Будь-який із етапів може бути поданий і як окрема гра, таке представлення буде аналогічне типу, до якого буде належати відповідна елементарна гра. Якщо така гра буде призначена для одного гравця (тобто взаємодія між гравцями не відбувається в межах аналогічної елементарної гри, ця модель слугує для визначення найдоцільнішого способу дій за умови відсутності активної протидії), тоді елементарна гра, що відповідає такому етапу, класифікується як *елементарна гра для одного гравця*. В усіх інших випадках елементарна гра стає *площадкою взаємодії*. Принципова різниця буде важлива при описі взаємодії між ресурсами.

Конкретизація терміну “ресурс”. Категорія “ресурс” часто застосовується в економічній науці. Похідні від неї – ресурси економічні, матеріальні, фінансові, трудові, часові, експортні, Інтернету тощо, численні та швидко актуалізуються. Серед ресурсів, необхідних для діяльності організації, зазвичай визначають такі види: матеріально-сировинні, фінансові, людські, інформаційні, енергетичні, технічні і технологічні. Енергетичні ресурси інколи поєднують з матеріальними, розуміючи під матеріалами усі категорії матеріально-технічних та енергетичних ресурсів, що використовуються у виробничих процесах. Технологію доволі часто зараховують до людських ресурсів, оскільки вони є продуктами знань, носіями яких виступає людина.

При моделюванні економічної гри термін “ресурс” можна максимально узагальнити і застосовувати як загальний спосіб відображення для об'єктів, що моделюються. **Ресурсом** назвемо будь-який об'єкт чи стан в межах моделі, що має числову характеристику (кількість). Оскільки для

внутрішнього представлення не важливо, що саме відповідає цьому ресурсу у модельованій області, таке узагальнення значно спрощує внутрішню структуру гри.

Вважатимемо, що будь-який ресурс споживає одну множину ресурсів для виготовлення іншої множини ресурсів (для уникнення плутанини, той ресурс, внутрішня структура якого розглядається, назовемо поточним ресурсом). Якщо поточний ресурс нічого не споживає або нічого не виробляє, вважатимемо відповідні множини ресурсів порожніми. Якщо для поточного ресурсу порожніми множинами є і множина ресурсів, які він споживає, і множина ресурсів, які він виробляє, означимо його як *чистий ресурс*. Розглядаючи внутрішні правила для споживання і виробництва ресурсів, введемо поняття *лінії виробництва*, або просто *лінії* – безумовно пов'язаних множин ресурсів серед тих, що використовуються при виробництві поточним ресурсом, і множини ресурсів серед тих, які є результатом виробництва (рис. 2).

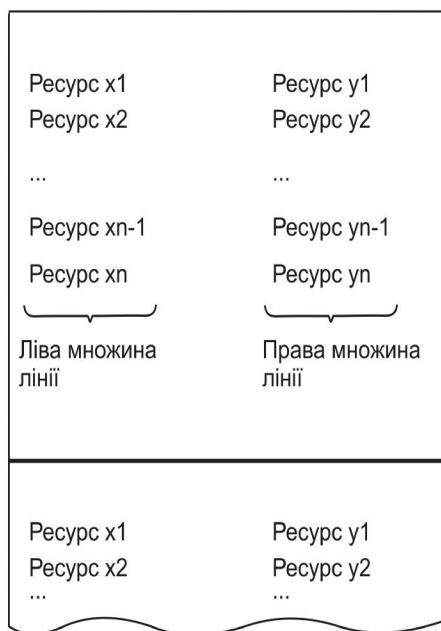


Рис. 2. Структура лінії виробництва

Першу множину назвемо *лівою множиною лінії*, другу – *правою множиною лінії*. Ресурси, вказані у лівій множині лінії, можуть як споживатись при виробництві пропорційно до кількості поточного ресурсу, так і просто перевірятись за наявністю достатньої кількості (у такому разі кількість поточного ресурсу безпосередньо не враховується). Ресурси правої множини лінії завжди виробляються прямо пропорційно до кількості поточного ресурсу. Вважатимемо, що для будь-якої лінії споживання ресурсів лівої множини і виробництво ресурсів правої множини відбувається за один *стандартний проміжок часу* (СПЧ) – мінімальний часовий термін, що використовується в грі, і спільна частка для будь-якого часового терміну, який можна змоделювати у грі. Якщо потрібно змоделювати лінію, що використовує більший проміжок часу, треба використати кілька ліній у кількох різних ресурсах. Виробництво ресурсів правої множини лінії відбувається тільки в тому випадку, якщо підтвердились усі перевірки і були спожиті всі ресурси із лівої множини лінії.

Лінії поєднуються в ієрархічні структури. Всі перевірки у лівій множині лінії, незалежно від того, споживаються при них ресурси чи ні, поєднуються між собою логічним оператором “І”. Тільки якщо всі вони істинні, відбувається споживання ресурсів лівої множини і виробництво із правої, лінії, нижчі за ієрархією, ігноруються. Якщо ж хоча б одна із них хибна (фальшива), то починають почергово оброблятися лінії, що стоять нижче за ієрархією на один рівень. Кожна з них обробляється за аналогічним принципом і може мати власну множину ліній, ієрархічно нижчих за неї. Подібну деревоподібну ієрархічну структуру, яка починається з лінії, що не має вищих за себе в ієрархії, назвемо *системою ліній* (рис. 3). Ресурс може мати декілька систем ліній, які обробляються незалежно.

Поточний ресурс Q



Рис. 3. Системи ліній у складі ресурсу

Для взаємодії користувачів із системою (підсистема штучного інтелекту в цьому випадку також розглядається як особливий вид користувача) застосуємо поняття **інтерфейсного ресурсу**. Такий ресурс має додаткову числову характеристику, крім кількості – *активованість*. Найменше значення, значення за замовчуванням для активованості – 0, найбільше – кількість інтерфейсного ресурсу. Активованість задається користувачем, і при обчисленні споживання і виробництва ресурсів використовується замість кількості для цього ресурсу. Взаємодія користувачів між собою відбувається лише у межах площадок взаємодії. Основна їх відмінність від елементарних ігор для одного гравця – область, що доступна для обчислення під час оброблення ресурсів. Ресурс, що належить до елементарної гри для одного гравця, може враховувати, використовувати і виробляти ресурси із будь-якої елементарної гри, проте ці ресурси належать лише поточному гравцеві. Ресурс із площадки взаємодії, крім цього, може ще враховувати, використовувати і виробляти ресурси, що належать іншим гравцям, проте лише у межах поточної елементарної гри.

Вплив користувачів на стан системи, тобто управління, здійснюється за допомогою доступних гравцю інтерфейсних ресурсів, так само відбувається і діяльність модуля штучного інтелекту. Практично завдання модуля штучного інтелекту полягає у виборі з множини доступних того інтерфейсного ресурсу, який призведе до певних дій, що переведуть систему у новий вигідніший для модуля штучного інтелекту як гравця стан [4].

Принцип реалізації штучного інтелекту для системи

За допомогою ресурсів та їх взаємозв'язків моделюється певна мережева структура, що логічно відповідає ігровому процесу. Взаємозв'язки в цій системі, по-перше, моделюють достатній простір логічних відношень (відношення між множинами ресурсів у лінії – “якщо-то”, ресурсами однієї множини – “і”, між лініями одного ієрархічного рівня і системами ліній – “або”, між лініями різних ієрархічних рівнів – “не”); по-друге, створюють однозначну систему логічних зв'язків, яка вказує весь простір дій, що відбудуться при здобутті певної кількості певного ресурсу. Тому на основі цієї системи автоматизовано будується деяка зворотна система логічних зв'язків, яка вказує весь простір дій, необхідних для здобуття певної кількості певного ресурсу. Ввівши певний універсальний рейтинговий ресурс, що відображає успішність, і застосувавши до мережевого представлення цієї логіки методи планування на мережах, встановлюються інтерфейсні ресурси, що мають бути активовані в конкретний СПЧ (всі рішення, прийняті протягом одного СПЧ, можуть бути застосовані лише в той самий СПЧ). На цьому етапі виникає проблема визначення тих ресурсів, що пов'язані з прихованими ресурсами інших гравців. Але ця проблема вирішується збиранням статистичних даних в процесі взаємозв'язку відображуваних і прихованих ресурсів. Після цього використовують методи статистичного аналізу; крім того, відбувається накопичення даних про взаємозв'язок прихованих завжди, крім моменту взаємодії, ресурсів, і тих, що видимі для інших гравців постійно – за рахунок цього і відбувається навчання системи прийняття рішень.

Вказаний підхід має очевидні переваги. По-перше, це його універсальність – структура штучного інтелекту автоматично створюється під час проектування структури для гри, і доповнюється під час використання системи відповідно до поданих результатів. Такий підхід забезпечує прозоре і передбачуване для автора гри прийняття рішень, проте відкритість цього процесу для конкретного гравця повністю залежить від структури гри, а це розширює можливі напрямки використання системи – моделювання, перевірка, ігрова індустрія тощо. По-друге, штучний інтелект ставиться в умови, максимально наближені до тих, в яких перебуває гравець, а це розширює можливі предметні області використання розробки.

Висновки

Запропоновану інтелектуальну підсистему ділової гри можна використовувати як для побудови комерційних ігор, так і для моделювання економічних та конфліктних ситуацій, що дає змогу набути досвід у прийнятті рішень у різних умовах. Зазначимо, що завдяки запропонованій системі користувач може як самостійно робити висновки в ході аналізу системи дій гравців, так і скористатися результатом дій модуля штучного інтелекту та проаналізувати його дії. Отже, з використанням запропонованого підходу можна не лише моделювати певні ситуації, аналізувати їх та здобувати досвід у прийнятті рішень, але й створити таку інтелектуальну підсистему, яка надавала би поради чи підказки в процесі прийняття рішень, а в деяких випадках, за умови навчання системи, й використовувати її для автоматизованого прийняття рішень. Треба також особливо відзначити, що переважна більшість правил для системи штучного інтелекту задається користувачем неявно при внесенні правил для ігрової системи. Зокрема, такий підхід можна реалізувати в тих системах, де прийняття рішень є простим і здійснюється тільки вибір дій зі скінченної множини можливих рішень.

1. Вагин В. Н., Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / В.Н. Вагин., Е.Ю. Головина, А.А. Загорянская, М.В. Фомина. – М.: Физматлит, 2004. 2. Рассел С. Искусственный интеллект. Современный поход / С. Рассел, П. Норвиг. – М.: Вильямс, 2006. 3. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Рутковская Д., М. Пилинський, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. 4. Шампандар Алекс Дж. Искусственный интеллект в компьютерных играх: как обучить виртуальные персонажи реагировать на внешние воздействия / А. Дж. Шампандар. – М.: Вильямс, 2007.