

МОДЕЛЬ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ РЕФЛЕКСИВНОГО АГЕНТА В УМОВАХ ГРУПОВИХ ВПЛИВІВ

Н. І. Клименко¹, С. А. Смирнов¹

¹ Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація

У даній статті вдосконалено та покращено попередні дослідження моделі прийняття рішень рефлексивного агента в умовах групових впливів. Розглянута була та оцінена задача пошуку оптимального прийняття рішення рефлексивним агентом. Узагальнено відомі моделі поведінки рефлексивного агента за умови групових впливів. Формалізовано можливі варіанти прийняття рішень та побудову відношень в групі.

Ключові слова: рефлексивний агент, рефлексія, інтенція, Лефевр, модель прийняття рішень

Вступ

Процес прийняття рішень є основною складовою будь-якої сфери діяльності. Для прийняття складних і важливих рішень необхідно створювати алгоритми та методи, які б допомагали робити правильні рішення. У військовій, політичній, економічній та інших сферах життя при побудові систем підтримки прийняття рішень обов'язково потрібно формалізувати як фізичний аспект системи, так і її суб'єктивний аспект, пов'язаний з тим, що до складу системи входять люди. А люди володіють свободою волі і свободою вибору.

Доречним буде звернутися до теорії рефлексії, в рамках якої будується математична модель людини, що здатна розуміти себе, оцінювати себе та свої вчинки та аналізувати свої думки, відчуття та бажання. Дана модель дозволяє розуміти механіку того, як люди приймають рішення і роблять оцінки ситуаціям, що їх оточують. Для запису даної моделі використовують формалізм, що був створений Володимиром Олександровичем Лефевром.

В його роботах була створена модель індивіда, що демонструє готовність до вибору між двома полярними альтернативами, за умови дії на індивіда інших учасників системи (групи). Агент належить до групи, в якій присутні декілька агентів. Агент повинен прийняти рішення, враховуючи побажання та позиції усіх учасників конфлікту.

Лефеврівська теорія морального вибору спирається на інтуїтивні посилення, що були перевірені простими експериментами. Психологічні експерименти, в ході яких люди роблять реальний моральний вибір, неможливі з етичних причин.

Отже, ціль доповіді буде покращити попередні дослідження [1] на дану тему. Доповідь присвячена дослідженню процесу прийняття рішення рефлексивного агента в умовах групового впливу, за умови, що агент має здатність до аналізу себе та аналізу оточуючих його індивідів. Також доповідь включа-

тиме в себе огляд моделі рефлексії, запропонованої Володимиром Олександровичем Лефевром.

1. Рефлексія

Водночас з об'єктивною реальністю існує відображення цієї реальності у свідомості людини. При цьому між об'єктивною реальністю та її відображенням у свідомості завжди існує деяка розбіжність. Дослідження цього факту пов'язане з терміном «рефлексія». За словником рефлексія – це принцип людського мислення, направляючий його на осмислення і усвідомлення власних форм і передумов.

1.1. Опис трьохрівневої моделі рефлексії за Лефевром

Рефлексивний агент піддається впливу зовнішнього світу, який він сприймає як реальність. Він отримує деякі імпульси від зовнішнього середовища, але помічає та розуміє далеко не всі. Тому, здійснюючи деякий вчинок, він іноді не може пояснити, що саме спонукало його до скоєння даного вчинку. Це не-свідоме сприйняття агентом імпульсів зовнішнього середовища будемо називати *тиском зовнішнього світу*. Позначимо його x_1 .

Кожний агент має деякий досвід функціонування в зовнішньому середовищі. Такий досвід створює у нього психологічну установку – очікуваний тиск зовнішнього світу, який буде різним у різних ситуаціях. Навіть у незнайомій і незвичній ситуації, людина має деякі очікування щодо зовнішнього середовища. Отже, минулі знання людини, очікуваний тиск зовнішнього середовища, психологічна установка утворюють *другий рівень моделі суб'єкта*. Позначимо його x_2 .

Рефлексивний агент має свої власні бажання та плани. Вони відображають уявлення людини про сформовану навколишню ситуацію і про позицію себе в ситуації, що склалася. Вони породжують ін-

тенції агента – бажання агента виконати деяку дію. Іntenції агента формуються на основі його власної моделі реального світу або його уявлення про себе самого в ситуації, що склалася. Іntenції агента, його плани і бажання знаходяться на *третьому рівні моделі рефлексії*. Позначимо їх $x3$.

Отже, модель внутрішнього світу агента складається з трьох рівнів сприйняття реальності: несвідомий тиск зовнішнього світу, очікуваний тиск на основі минулого досвіду, і іntenції агента. Другий і третій рівні представляють суб'єктивне сприйняття самого себе в даній ситуації. В сукупності ці два рівні описують самооцінку суб'єкта – «образ себе» в даній ситуації, що відповідно складається з психологічної установки і іntenцій суб'єкта.

Вибір суб'єкта передбачити важко, але, маючи деяку модель його поведінки, можна передбачити готовність до вибору. Готовність – це та дія, яку суб'єкт готовий зробити під впливом тиску зовнішнього світу, ґрунтуючись на своєму попередньому досвіді з урахуванням своїх планів і бажань. Готовність до вибору ще не означає, що суб'єкт дійсно зробить дану дію, оскільки людина володіє свободою волі і може поступати, не погодившись зі своїм досвідом і бажаннями, однак вона відображає деякий психологічний стан, в якому суб'єкт буде знаходитися в момент вибору. Іноді рефлексивний агент робить вибір несвідомо, автоматично, підкоряючись ситуації, що склалася, а іноді – після тривалих роздумів і численних коливальних. Розширюючи цю модель, Володимир Олександрович прийшов до висновку, що, знаходячись у групі, людина(агент) приймає рішення за допомогою більш складних комбінацій, урахуовуючи позиції усіх учасників конфлікту [2].

1.2. Формула агента

Модель суб'єкта ціль якого зробити вибір між двома альтернативами формально можна записати наступним чином:

$$X1 = f(x1, x2, x3)$$

де $x1$ – вплив зовнішнього світу;

$x2$ – психологічна установка людини («образ себе»);

$x3$ – іntenції суб'єкта;

$X1$ – готовність людини обрати той чи інший полюс.

1.3. Різниця між іntenцією та готовністю

Приклад морального вибору можна зустріти в художній літературі. Модель вибору рефлексивного агента ми можемо розглянути у романі Ф. М. Достоевського «Злочин і покарання». Головний герой, намагаючись вирости в своїх очах, здійснює вбивство. Достоевський проводить макро- і мікроаналіз поведінки героїв роману. На макрорівні ми бачимо людину, яка знаходиться між вибором добра та зла (двох полярних альтернатив). Також присутній світ,

який штовхає його до різних полюсів даних альтернатив. На мікрорівні ми бачимо детальну картину морального вибору. Автор був першим європейським письменником, який розрізнув суб'єктивну іntenцію індивіда і його реальну готовність перетворити цю іntenцію в дію. Отже, з того факту, що людина бажав щось зробити чи, навіть, ретельно планує дію, ще не витікає, що в останній момент вона знайде в собі сили втілити свій намір в реальність. Таке розуміння іntenції може бути включено до формальної моделі індивіда, яка представлена формулою:

$$x1 = (x3 \Rightarrow x2) \Rightarrow x1.$$

Іntenція, яка зв'язана з образом себе у образа себе, тобто з усвідомленим образом себе – змінна $x3$. Значення $x3 = 1$ це теоретичний аналог іntenції здійснити добру дію, а $x3 = 0$ – погану дію.

Змінна $X1$ означає готовність; $X1 = 1$ це змінна готовності здійснити добру дію, а $X1 = 0$ – погану.

2. Поведінка рефлексивного агента в умові групових впливів

2.1. Основні поняття, вхідні дані

Розглянемо рефлексивного агента, у якого є система образів себе, структура якої визначається структурою групи. Ця система матиме назву інтегральний образ себе. Кожні два агенти в групі знаходяться в стані союзу або конфлікту. Також маємо множину дій, що може виконати агент. Вхідні дані – відносини між агентом та учасниками групи та дії, які агент може здійснити.

Кожен агент з групи може схилити рефлексивного агента до певної підмножини дій. Так як в когнітивну сферу агента вкладено правило інтеграції впливів агентів групи, то результатом є підмножина, що відображає дію усієї групи на агента.

Підмножина дій, яку агент самостійно має намір обрати, це його іntenція. Іntenціональний агент – такий агент, чий вибір співпадає з його іntenцією. Рівняння вибору відповідає іntenціональному рефлексивному агенту. Розв'язок рівняння – це вибір підмножин дій. Рівняння може не мати рішень, тоді це значить, що агент не може зробити вибір. Якщо ж в рівнянні будь-яка підмножина дій є його рішенням, то у цьому випадку ми будемо вважати, що агент має свободу вибору [3, 4].

Відношення між Агентами зручно розглядати у вигляді графів, де є два типи зв'язку – союз та конфлікт.

R – союз.

\bar{R} – конфлікт.

Граф можна записати у вигляді математичного виразу, використовуючи знак «*» для запису союзу, знак «+» для запису конфлікту. Тоді кожен граф можна представити у вигляді лінійного запису. Кожен лінійний запис являє собою каркас графа. Каркас, що відповідає графу G , можна представити як суму або перемноження двох інших каркасів, що відповідають мінімальним стратам графа G по одному і тому ж відношенню R . Ці каркаси називатимемо

мінімальні доданки та мінімальні множники. Вони мінімальні тоді, коли не можуть бути представлені у вигляді суми чи добутку відповідно. Каркас є елементарним, коли він містить одну букву. На базі каркасу будують діагональну форму [3].

2.2. Як побудувати діагональну форму

- 1) Записуємо каркас на першому рівні. Поміщаємо його у квадратні скобки, ніби у «ящик». Дopusкаємо, що ми не знаємо вмісту нашого «ящика», нам відома лише кількість каркасів, «ящиків» у ньому.
- 2) На другому поверсі (справа зліва) записуємо ці каркаси, відкидаючи зовнішній «ящик».
- 3) Цю процедуру повторюємо для кожного уявного «ящика» до того моменту, поки каркаси на поверхах не стануть мінімальними.

Опишемо операціональний зміст каркасу та діагональної форми. Нехай кожна буква, що входить в каркас – це змінна на множині M , де M – множина усіх підмножин не пустої універсальної множини. Нехай $+$ – об'єднання двох множин, $*$ – перетин двох множин. Завдяки цій інтерпретації каркас представляється у вигляді деякої функції, представленої у вигляді поліному. Якщо розглядати каркас, допускаючи, що він визначений на множині всіх підмножин універсальної множини. Каркас, що наділений таким операційним змістом, називають поліномом. Діагональну форму в такому випадку можна розглядати як дерево поліномів. Знаючи значення букв, можна визначити значення поліномів, що знаходяться на різних «поверхах» діагональної формули. Одна і та ж буква, що входить в різні поліноми, може приймати різні значення. Щоб діагональна формула стала інструментом для розрахунків, потрібно зв'язати поліноми, що знаходяться на різних «поверхах». Кожну елементарну форму можна представити у вигляді збільшеного дерева. Корінь цього дерева відповідає вихідному поліному [4].

2.3. Вибір рефлексивного агента

Агента можна представити як функцію $y = f(a, b, c, \dots)$, де a представляє інтенцію (дії, що Агент бажає здійснити). Але вибір Агента може не співпадати з його інтенцією. Вибір Агента називають інтенціональним, якщо

$$a = f(a, b, c, \dots)$$

При заданих значеннях b, c інтенціональний вибір можливий лише тоді, коли дане рівняння має хоча б одне рішення. Лефевр розглядає ситуації, коли Агент прагне зробити інтенціональний вибір. На випадок, якщо граф є недекомпозований, потрібно розташувати для Агента усіх інших агентів у порядку значимості для себе. Якщо Агент включений в недекомпозований граф, то він прибирає найменш важливих для нього агентів і після кожного видалення перевіряє, чи не став граф декомпозованим.

Щоб знайти вибір Агента, ми повинні розглянути рівняння $a = f(a, b, c, \dots)$, де (a, b, c, \dots) – учасники

групи). Для $M = [0, 1]$ це рівняння можна привести до наступних форм:

$$I \quad a = a$$

$$II \quad a = 1$$

$$III \quad a = 0$$

$$IV \quad a = \bar{a}$$

Рівняння (I) має два корені, 1 та 0. Група накладає обмеження на вибір Агента. Він може обрати або множину, що складається з однієї дії, або не обирати нічого.

Рівняння (II) має лише корінь 1. Група накладає обмеження на вибір Агента. Він знаходиться у стані, у якому може лише обрати множину 1.

Рівняння (III) має корінь 0. Агент приймає рішення не робити нічого.

Рівняння (IV) не має коренів. Це значить, що дія групи на Агента така, що він знаходиться у стані, коли він не може прийняти рішення.

Отже, процес вибору містить у собі два кроки. Спочатку агент здійснює попередній вибір, якому відповідає множина W , а потім остаточний – P . Множина W – переважні дії для Агента. Множина P – дії, до вибору яких Агента підштовхує група. Розглянемо множину D , що представляється у вигляді $D = P \cdot \bar{W}$. Дії, що входять в D – егоїстичні дії, тобто вигідні агенту, не вигідні для групи. В рамках ідеалізованої схеми, агент не звершує заборонених дій [3].

Висновки

Отже, у статті розглянуто можливу побудову моделі прийняття рішень рефлексивного агента в умовах групових впливів, за умови того, що нам дані інтенції агента та наміри інших учасників конфлікту. Удосконалено попередні дослідження на дану тему.

Описано основи рефлексії.

Пояснено яким чином будувати діагональну форму, граф відносин, каркас. Описано механізм вибору рефлексивного агента.

Сподіваємось, що у даній темі з'явиться багато прихильників, і вона стане популярною та досліджуваною все в найближчий час.

Перелік використаних джерел

1. Клименко Н. І. Смирнов С. А. Модель поведінки рефлексивного агента в групі // Матеріали XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Теоретичні і прикладні проблеми фізики, математики та інформатики». — ВПІ ВПК «ПОЛІТЕХНІКА», 2016. — 26 – 28 травня. — С. 42–44.
2. Lefebvre V. A. Algebra of Conscience. — Dordrecht, Holland : Reidel Publishing Company, 1982.
3. Lefebvre V. A. Reflexive Analysis of Groups. // Newton Howard and Ammar Qusaibaty (Eds.) Mathematical Models for Counterterrorism, Springer (in press).
4. В.А. Лефевр. Лекции по теории рефлексивных игр. — Изд. : Когито-центр, 2009.