

ШТУЧНІ ЕМОЦІЇ В ОБ'ЄДНАННЯХ ШТУЧНИХ ІНТЕЛЕКТІВ

У статті розглянуто необхідність в колективі агентів зі штучним інтелектом, наділення кожного агента індивідуальною адаптованою системою штучних емоцій, що залежить від його цільової ролі в об'єднанні і формуванні загальної системи обмежень при прийнятті індивідуальних рішень, а також для створення Дружнього агента по відношенню до користувача, введення в його програмні коди інтелектуального стохастичного аттрактора.

Вступ. В останні кілька десятиліть інтерес до завдань зі створення штучних інтелектів (ШІ) зростає все більшими темпами і це пов'язано багато в чому з наростаючим за законом Мура ускладненням обчислювальної техніки і виникаючими з цього можливостями щодо розвитку пристроїв ШІ. З урахуванням цього вчений-футуролог Р.Курцвейл, прогнозуючи подальший експонентний ріст рівня технологій, вважає, що суперкомп'ютери до 2029 року будуть здатні пройти тест Тьюрінга [1] і це буде означати створення сильних ШІ, здатних думати подібно до людини. За його прогнозами, рівня сингулярності технології створення ШІ можуть досягти до 2045 року [2], що за побоюваннями деяких фахівців у цій галузі, може призвести до придушення штучним інтелектом людського виду [3].

Однією з проблем ШІ, яка обговорюється в світі дослідників у області штучних інтелектів (інтелектуальних агентів), є доцільність наділення їх емоціями, якими вони повинні бути і як домогтися дружнього ставлення ШІ по відношенню до людини в зв'язку з виникаючими ризиками, пов'язаними з сингулярністю [4].

Враховуючи важливість проблеми емоцій у ШІ, всяка робота спрямована на прояснення цієї ситуації при створенні інтелектуальних агентів (ІА), є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У своїх досить відомих книгах [5, 6] М.Мінські пророкує, що подібно до нас, людиноподібні мислячі машини будуть також і емоційними машинами та стверджує, що «питання не в тому, що розумні машини можуть мати будь-які емоції, а в тому чи можуть бути розумними машини без емоцій».

Інші дослідники менш схильні до визнання необхідності ШІ володіти емоціями [7, 8], в тому числі з етичних міркувань, а також можливості їх усвідомленого застосування припускають, що вони можуть бути притаманні лише живим істотам, відзначаючи, що комп'ютери ніколи не зможуть по-справжньому зрозуміти реальність, тому що вони тільки маніпулюють синтаксичними символами, які не містять семантики [9].

Однак у зв'язку з накопиченням інформації в областях штучного та емоційного інтелекту [10–12], кількість прихильників емоційних ІА постійно зростає.

Проведемо аналіз впливу емоцій на прийняття рішень людиною, їх класифікацію та корисність для систем штучного інтелекту.

У міру накопичення інформації при вивченні емоцій, їх ролі в діях і намірах людини надається все більше значення. Якщо раніше, з часів Платона і надалі творця еволюційної теорії Дарвіна, що дотримувався аналогічних поглядів, вважалося, що емоції тільки відображають стан нервової системи [13], то на думку сучасних вчених, що працюють в області еволюції психіки, кожна емоція виконує своє призначення, роблячи вплив на інтелектуальні компоненти прийняття рішень і активізує форму поведінки, що сприяє виживанню індивідуума і виду [2, 14].

На даний час у теорії емоцій, від традиційної моделі ієрархічного управління когнітивною системою зверху–вниз [14] відмовляються. І, ґрунтуючись на останніх дослідженнях діяльності мозку людини, що виявили двонаправлений зв'язок між лімбічним ядром, що відповідає за вироблення емоцій [15], і кортикальними центрами, які регулюють емоції, переходять до більш складних моделей прийняття рішень [16, 17].

Дослідження емоцій відбуваються в напрямках класифікації емоцій, виділення базових емоцій, оцінки, вимірювання та регулювання [16, 18].

Більшість фахівців, що вивчають емоції, розглядають побудову всієї їх множини на основі невеликої кількості базових емоцій [14, 19]. У [20] вони розглянуті досить докладно [14], що відрізняються один від одного моделями емоцій, що містять від 2-ох (щастя і печаль) у [21], 5-ти у [14] (гнів, відроза, тривога, радість, смуток) до 11-ти у [22] (гнів, відроза, мужність, зневіра, бажання, відчай, страх, ненависть, надія, любов, печаль) базових емоцій.

Зараз популярністю користуються моделі емоцій PAD [23] і в її модифікаціях використовуються три пари базових емоцій, на основі яких виробляється статистична оцінка всіх емоцій. Для моделі PAD використовуються такі пари базових емоцій: Задоволення–Незадоволення (Р), Збудження–Незбудження

(А), Домінантність–Покора (D). Полярні значення пар емоцій позначають знаками «+» і «-». Так пари Задоволення–Незадоволення позначаються +P і -P. У системі вимірювань PAD, наприклад, гнів представлений як $-P+A+D$, а страх – $-P+A-D$. У наведених в [26] прикладах кількісні статистичні оцінки емоцій Гніву і Страху мають вигляд:

$$\text{Гнів} = -0,51 * P + 0,59 * A + 0,25 * D;$$

$$\text{Страх} = -0,64 * P + 0,60 * A - 0,43 * D.$$

З прикладів видно, що в Страху менший рівень Задоволення, ніж у Гніві, приблизно такий же рівень Збудження і значно менша Домінантність.

Розробники моделі PAD вважають позитивною рисою її в тому, що вона дозволяє прогнозувати кореляції між будь-якою парою емоцій, стосовно роботам з ШІ, і дозволить забезпечити їх людиноподібними властивостями.

В [24, 25] розглядаються методики проведення оцінки та вимірювання рівня емоцій.

Після аналізу безлічі класифікацій емоцій, в [23] робиться висновок про неможливість створення єдиної класифікації емоцій і можна говорити тільки про розмаїття класифікацій, кожна з яких може відображати будь-яку ознаку. Також слід враховувати можливу рефлексію емоцій, за рахунок багатократного перевідображення емоцій в емоціях, що може значно ускладнити процедуру їх оцінки.

В роботі [26] досліджуються моделі регулювання емоцій для ІА і наводяться на основі теорії регулювання емоцій Гросса [16, 17] результати експериментів, що симулюють. Моделі емоційного регулювання розглядаються як динамічні системи зі зворотними зв'язками, які дозволяють змінювати деякі параметри функції поведінки або когнітивної функції для отримання більш адекватного рівня емоційного відгуку. Зворотні зв'язки мають певні характеристики, такі як чутливість та гнучкість внесення змін. При цьому зворотні зв'язки за чутливістю регулюють стресостійкість та енергозберігаючу поведінку ІА, включаючи періодичне зниження чутливості, що призводить на деякий час до зниження рівня емоцій.

У [27–29] розглядаються проблеми взаємовідносин людини з роботами і комп'ютерами, питання, пов'язані з вимірюванням рівнів емоцій. Робиться припущення, оскільки емоції відіграють значну роль у людській взаємодії, то і машинні методи обробки та вираження емоцій будуть відігравати все більшу роль у взаємодії людини з комп'ютерами та роботами.

Об'єднання ШІ найбільш часто називають мультиагентними системами [30, 31]. Мультиагентні системи (МАС) складаються з такої трійки елементів [30]:

$$\text{МАС} = \langle \text{Агенти, Середина, Зв'язки} \rangle,$$

і кожен і-ий Агент складається з множини 4-ох відповідних йому елементів:

$$\text{Агент}_i = \langle \text{Стан}_i, \text{Вхід}_i, \text{Вихід}_i, \text{Процес}_i \rangle,$$

де Стан_i – множина змінних, що повністю визначають агента; Вхід_i і Вихід_i – підмножини Стану_i, Процес_i – автономний метод, що задає відповідні зміни Стану_i.

Згідно з наведеною в [30] класифікацією природних і штучних МАС, останні діляться на мультироботні системи, розподілені ШІ і штучне життя.

Розподілені мультиагентні системи ШІ моделюють поведінку мурах, бджіл, птахів та інших представників тваринного світу, поведінка яких має ознаки колективної. В результаті цього утворюється колективний інтелект. Подібні системи ШІ отримали назву ройового інтелекту (Swarm Intelligence) [32, 33]. Такий інтелект має емерджентні властивості і більш робастні, ніж складові його індивідуумів. Детальних робіт за емоційністю такого інтелекту немає.

В [31, 34] розглянуті мультироботні системи. Однією з перших робіт в області емоційних МАС є [35]. В [31] розглядаються роботи, які мають незалежні субархітектури емоцій і інтелекту, що нагадує лімбічну систему і кортекс людини [15].

На підставі цих та подібних досліджень архітектури емоційно вмотивованого штучного інтелекту у [31, 36, 37] ставиться питання про створення штучних емоцій для конкретних видів ШІ, що адекватно відповідають поставленим перед ними цілям.

В роботі [4] робиться висновок про можливий простір інтелектів, деяким елементом якого є людський вид і, на відміну від антропоморфізму багатьох дослідників, що приписують майбутнім ШІ властивості людини, стверджується, що передбачуваний ізоморфізм ІА по відношенню до людини буде помилкою.

У зв'язку з цим розглядається можлива сингулярність ІА і внаслідок цього, при недружньому ставленні таких понадінтелектуальних агентів до людського виду, придушення його [4, 38]. В [26] наводяться етичні міркування щодо ІА і аналізуються проблеми безпеки взаємин з ними людей. Уже порушено перший з трьох законів робототехніки Азімова [39]. Безпілотні літальні апарати вбивають під час військових дій людей і на черзі роботи-солдати, які замінять людину. У ІА можуть з'явитися свої цілі й мотивації для комфортного існування у навколишньому їхньому середовищі і вони можуть не збігатися з цілями людини.

Для виключення в майбутньому домінування понад інтелектуальних машин над людиною в [4] пропонується вести роботи зі створення Дружнього ШІ, а у [40] включити в емоційну систему ШІ емоцію безумовної любові до всіх людей, яка не дозволить йому шкодити людству.

Мета роботи. Основною метою даної роботи є аналіз необхідності штучних емоцій в автономному колективі агентів з штучним інтелектом, їх взаємовідносини з користувачами і особливості організації подібного середовища.

Викладення основного матеріалу. Якщо розглядати людські емоції, як досить репрезентативне відображення ролей, відведених природою індивідуумам на сцені навколишнього світу, то для ІА, залежно від передбачуваних до виконання функцій, необхідний адекватний набір штучних емоцій.

Для взаємодіючих з людиною роботів та інших ІА, що аналізують його емоції і виробляють відповідні емоції, можна застосовувати базові емоції близькі до людських. Для автономного колективу ІА немає необхідності у всіх людських емоціях, але всередині такого колективу ІА для забезпечення робастності стану колективу в мінливому середовищі проживання і налагодження продуктивних відносин ІА із собіподібних, можуть знадобитися індивідуальні для ІА матриці штучних емоцій. І тут важливо зазначити, що якщо при людиномашинній взаємодії (ЛМВ) можлива просто імітація емоцій, то емоційні системи, емоційних інтелектуальних агентів (ЕІА), що взаємодіють між собою, повинні бути одним з основних інструментів прийняття рішень.

Далі будемо розглядати автономні об'єднання ЕІА. У наведену вище класифікацію МАС [30] до мультироботних систем можна додати і багатокомп'ютерні системи, а також інші автономні об'єднання апаратнопрограмних комплексів з задатками ШІ. Такі колективи ЕІА можуть бути ефективно використані при виконанні складних завдань з нечіткими умовами і цілями, вирішення яких може бути рознесено як у просторі, так і в часі. Використовувані ЕІА можуть різнитися в широкому діапазоні за безліччю параметрів і наявність у них штучних емоцій дозволить самоадаптуватися в ієрархічній структурі для оптимального використання своїх ресурсів при вирішенні однієї або серії завдань. Назвемо об'єднання ЕІА, за аналогією з ройовим інтелектом, умовно, зграєю емоційних інтелектуальних агентів (ЗЕІА). Принципова різниця між членами рою й індивідуумами ЗЕІА полягає в тому, що в останніх більший інтелект і значно більша незалежність у прийнятті рішень. ЗЕІА представлятиме ієрархічну структуру, в якій на нижньому рівні безліч ЕІА, а на верхньому колективний інтелект з емерджентними властивостями.

У людському середовищі емоції націлені на виживання індивідуума та його виду. І система емоцій визначається для кожного індивідуума набором потенціалів його можливостей, навколишнім середовищем та цілями. У середовищі ЗЕІА можливості і ролі окремих ЕІА можуть відрізнитися і, відповідно, будуть інші настройки його штучних емоцій. На систему емоцій ЕІА також можуть впливати поставлені перед ним цілі, залежно від конкретних завдань, апіорі визначених користувачем даної ЗЕІА.

Щодо множини інтелектуальних світів, розглянутої в [4], можна, мабуть, говорити про її ієрархічну структуру. Як приклад такої ієрархії можна розглянути людську цивілізацію як точку в просторі інших світів. Цей елемент простору світів містить множину держав і на більш низькому рівні ієрархії кожній державі належить множина громадян. У даній ситуації елементи більш високого рівня ієрархії мають більші емерджентні властивості, порівняно з елементами, що належать їй як множині.

Для людської цивілізації не дотримується повний ізоморфізм в системі емоцій як на рівні множини індивідуумів в окремій державі, так і на рівні множини держав. Відомо, що навіть дві близькі одна до одної людини, можуть по різному емоційно оцінювати свої дії. І можна припустити, що це порушення ізоморфізму між відмінними за цілями і мотивами об'єднаннями ШІ буде значно більшим.

Для, що відрізняються один від одного як в просторовому, так і в часовому відношенні, світів видів ЕІА порушення ізоморфності може призводити до взаємного нерозуміння. Так система ЕІА для глобальних метеодосліджень, значно рознесена в просторі та часі за людськими мірками, відрізнятиметься від людської когнитивної системи, а остання, при роботі мозку людини з досить малою частотою обміну інформації, близько 200 Гц [41], буде відрізнитися від систем ЕІА, що працюють на рівні нанотехнологій, взаємодіючих між собою з незрівнянно меншими шкалами за часом і простором.

Пропозиції щодо створення Дружнього ШІ [4, 40], зокрема в зв'язку із загрозою сингулярності, шляхом відповідних налаштувань його емоційної системи, може не призвести до очікуваного результату і тут слід мати на увазі, що адаптивна емоційна система Дружнього ШІ в стресовій ситуації може його перетворити в Недружнього ШІ, як це іноді відбувається при сильних емоційних потрясіннях з людьми, наприклад, відомий ефект «шведського синдрому», і можлива при цьому під впливом субархітектури емоцій [31] фільтрація вхідної інформації у проміжній пам'яті таких ЕІА [42] може закріпити цю емоційну настройку в його матриці емоцій.

Сингулярність буде шкідлива не тільки людям, а й ЗЕІА, в якій може з'явитися ЕІА з такими можливостями, порушуючи її стійкість. І для боротьби з подібними ситуаціями природа знайшла спосіб забезпечити людям, як і іншим живим істотам, колективну стійкість за рахунок використання на генетичному рівні стохастичного аттрактора і, якщо ми хочемо сформувати контрольований Дружній

ЕІА, то повинні закладати в його програмні коди властивість інтелектуального стохастичного аттрактора. Це також додасть робастність видам ЗЕІА.

ЗЕІА з такими контрольованими Дружніми ЕІА, для формування позитивних емоційних установок, аналогічно вироблених людьми правил і трьох законів робототехніки Азімова, слід забезпечити кодексом поведінки у зграї – набір правил, чого не повинні робити ЕІА. У такій стримуючий кодекс поведінки можуть належати подібні правила.

1. Член ЗЕІА не повинен покращувати свого становища за рахунок створення програм (ботів), що ускладнюють функціонування зграї.

2. Член ЗЕІА не повинен створювати боти, що можуть нанести шкоду іншим членам зграї.

3. Член ЗЕІА не повинен завдавати шкоди навколишньому середовищу і зобов'язаний піклуватися про благополуччя людей як джерела всього необхідного для життєзабезпечення зграї.

4. Член ЗЕІА не повинен створювати нових ЕІА без узгодження з контролюючим їх Користувачем.

Формування ієрархії відносин всередині ЗЕІА проводиться з урахуванням емоційних оцінок. В цьому випадку для суб'єктів ЗЕІА може проводитися багатокритеріальна оцінка порівнянь по n-критеріям за допомогою нечітких множин [43] і використання 9-ти бальної шкали Сааті [44]. Після цього проводяться кількісні оцінки емоційних рівнів за кожним критерієм з використанням вагових функцій, застосовуючи зручну модель емоцій PAD [23].

Як критерії для комп'ютерної ЗЕІА можуть, наприклад, використовуватися такі:

- швидкодія виконання елементарних операцій;
- обсяг короткочасної (оперативної) пам'яті;
- обсяг довгострокової пам'яті;
- параметри проміжної пам'яті для можливості тимчасового зберігання та фільтрації даних;
- кількість одночасно оброблюваних процесів;
- завадостійкість;
- надійність;
- енергоспоживання;
- економічність.

Природно, що цей перелік може містити й інші оціночні критерії, важливі на думку користувача ЗЕІА для вирішення поставлених завдань. Надалі набір критеріїв може коригуватися самою ЗЕІА, в тому числі і зміною ваги емоцій.

Розглянемо функціонування ЗЕІА в ракурсі важливості для них систем штучних емоцій на таких прикладах.

Приклад 1. Глобальна система метеорологічних і сейсмічних спостережень, що складається з розподілених по всій планеті апаратно-програмних комплексів, призначених для вимірювання, обробки отриманих даних і прийняття рішень з видачі необхідної користувачеві або користувачам інформації. У такій системі не один людський мозок не здатний обробляти дуже великий обсяг інформації для вироблення достовірного і оперативного прогнозу і відповідно приймати оптимальне рішення в глобальному і локальних масштабах. Для цього на допомогу людині використовуються ЕОМ. Однак у системі ЛМВ слабкою ланкою виявився чоловік. Тому безліч прикладів неправильних дій людини, яка приймає рішення (ЛПР), наприклад, під час цунамі в Японії і при недавній повені на Північному Кавказі.

Для усунення людини від оперативного аналізу даних і прийняття рішень можна використувати для цих цілей розподілену в просторі автономну комп'ютерну систему ЕІА. І враховуючи апріорі непередбачуваність ситуації, архітектура такої системи повинна мати гнучку ієрархічну структуру, побудова якої може здійснюватися на базі емоційних оцінок основних параметрів кожного ЕІА всіма членами ЗЕІА.

Після вироблення прогнозу ієрархічною структурою ЗЕІА, він доводиться до ЛПР, що представляють держави-користувачі такої системи і в необхідних ситуаціях оперативно оповіщається населення, що знаходиться в небезпечній зоні. І тут ЗЕІА використовує систему емоцій для ЛМВ, представляючи інформацію населенню в такій формі, щоб, не посилюючи ситуацію, оптимально провести необхідні заходи. Тут можливий і індивідуальний емоційний підхід для окремих груп населення. Таким чином, така система ЕІА буде використовувати матрицю штучних емоцій для взаємодії всередині ЗЕІА і базові емоції для ЛМВ.

Така автономна колективна система ЕІА буде володіти якісною перевагою, пов'язану з емерджентністю об'єднаних інтелектуальних апаратно-програмних комплексів та її робастністю і буде здатна ефективно і оперативно проводити вимірювання, обробку даних і приймати рішення під контролем колишнього ЛПР, що страхує її дії.

Приклад 2. Колектив роботів-рятувальників призначений для роботи в надзвичайних ситуаціях. І якщо його структура апріорі визначена, то в процесі роботи такої ЗЕІА у навколишньому середовищі, що змінюється може непередбачувано знадобитися перебудова її структури, зважаючи на втрати або інші

обставини. І тут для оптимальної роботи потрібно наявність у ЕІА специфічної системи штучних емоцій і можливість її регулювання шляхом зниження емоційної чутливості або навіть взагалі відключення якихось емоцій для усунення екстремальної ситуації. Назвемо це зомбуванням ЕІА. Для забезпечення ЛМВ такі ЕІА, крім необхідної їм для оптимального функціонування системи штучних емоцій, повинні будуть імітувати і людські емоції.

Приклад 3. Група бойових безпілотних інтелектуальних літальних апаратів (ЛІА). При формуванні ЗЕІА користувачем призначається лідер і видається спільне завдання. Після чого роль користувача стає контролююча. Лідер структурує зграю і розподіляє початкові ролі. В польотній програмі ЗЕІА може бути використана одна з різновидів методу PSO (Particle Swarm Optimization) [30], що дозволяє пов'язувати дії кожного агента зі зграєю.

При виконанні завдання, під керівництвом лідера зграї, ЛІА спочатку повинні групуватися в певному ряді для того, щоб знизити енергетичні витрати в польоті, за рахунок емерджентності, що виявляється при злитому русі зграї, і створити мінімальні можливості для їх розпізнавання противником. При цьому позиція лідера в зграї, як і інших його членів, може періодично змінюватися для забезпечення рівних інтегральних енергетичних витрат для польоту всіх ЛІА. На цьому етапі ЕІА будуть використовувати спочатку закладені налаштування в матриці штучних емоцій.

На найвідповідальнішій фазі польоту виникають загрози ЛІА з боку противника і можливі втрати в зграї, включаючи і знищення лідера. Така ситуація може зажадати зміну індивідуальних емоційних налаштувань агентів у зграї. Понизити чутливість одних і підсилити чутливість інших штучних емоцій, наприклад, прагнення до безпеки, енергозбереження, прояву ініціативи в досягненні мети і т. д. Хтось із ЕІА повинен буде перейти зі стану домінованих у того, що підкоряє собі інших, замінюючи вибуваючого лідера, і взяти на себе коригування індивідуальних завдань інших агентів. Іншим, можливо, доведеться змінювати їх ролі і перебудовувати матрицю емоцій.

Після виконання завдання, з урахуванням ситуації у навколишньому середовищі, знову відбувається перебудова емоційних налаштувань.

Висновки. Наділення ІА штучними емоціями призводить до більш оптимальних дій і нових емерджентних властивостей колективу, до якого він належить. Введення ж в програмні коди ЕІА інтелектуального стохастичного аттрактора збільшує робастність такого колективу і дозволяє користувачеві цієї системи уникнути сингулярності в розвитку ЕІА і підвищити ймовірність отримання контрольованих Дружніх ІІІ.

Список використаної літератури:

1. *Тьюринг А.М.* Вычислительные машины и разум / *А.М. Тьюринг* // *Д.Хофштадер, Д.Деннет* // Глаз разума. — Самара : Бахрах.— М., 2003. — С. 47–59.
2. *Kurzweil R.* The Singularity is Near / *R.Kurzweil*. — Penguin Books, 2005. — P. 652.
3. *Турчин А.В.* Структура глобальной катастрофы. Риски вымирания человечества в XXI веке / *А.В. Турчин*. — М., 2011. — С. 431.
4. *Yudkowsky E.* Artificial Intelligence as a Positive and Negative Factor in Global Risk / *E.Yudkowsky* // Nick Bostrom and Milan Cirkovic eds. Global Catastrophic Risks. Oxford, UK. — Oxford University Press, 2008. — Pp. 91–119, 308–345.
5. *Minsky M.* The Society of Mind / *M.Minsky*. — Simon and Schuster — N.Y., 1988. — P. 339.
6. *Minsky M.* The Emotion Machine / *M.Minsky*. — Simon and Schuster — N.Y., 2007. — P. 400.
7. Artificial Intelligence and Sentience Emotion. By Rubes [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://rubes.hubpages.com/hub/artificial-intelligence-and-emotion>.
8. *Sloman A.* Review of Affective Computing by RW Picard, 1997 / *A.Sloman* // The AI Magazine, 1999. — Vol. 20, № 1. — Pp. 127–133.
9. *Searle J.R.* Minds, Brains and Programs / *J.R. Searle* // Behavioral and Brain Sciences, 1980. — Vol. 3, № 3. — Pp. 417–457.
10. *Zeidner M.* What We Know about Emotional Intelligence: How it Affects Learning, Work, Relationships, and Our Mental Health / *M.Zeidner, G.Matthews, Richard D. Roberts*. — A Bradford book, 2009. — P. 34.
11. *Frijda N.N.* Can Computers Feel? Theory and Design of an Emotional System / *N.N.Frijda, J.Swagerman* // Cognition and Emotion, 1987. — Vol. 1. — Pp. 235–257.
12. *Lotitialisetti C.* Can a Rational Agent afford to be Affectless? A Formal Approach / *C.Lotitialisetti, P.Gmytrasiewicz* // Applied Artificial Intelligence. — 2002. — V. 16. — Pp. 577–609.
13. *Hebb D.O.* The Organization of Behavior / *D.O. Hebb* // A Neuropsychological Theory. N.Y. Wiley. 1949. — P. 335.
14. *Oatley K.* Towards a Cognitive Theory of Emotions / *K.Oatley, P.N. Johnson-Laird* // Cognition and Emotion. — 1987. — Vol. 1. — Pp. 29–50.

15. Физиология человека : В 3-х т. Т. 1 : пер. с англ. / под ред. *Р.Шмидта, Г.Тевса*. – М. : Мир, 2005. – С. 323.
16. *Gross J.J.* The Emerging Field of Emotion Regulation: An Integrative Review / *J.J. Gross* // Review of General Psychology. – 1998. – Vol. 2. № 3. – Pp. 271–299.
17. *Gross J.J.* Emotion Regulation in Adulthood: Timing is Everything / *J.J. Gross* // Current Directions in Psychological Science. – 2001. – Vol. 10. № 6. – Pp. 214–219.
18. *Parrott W. Gerrod.* Emotions in Social Psychology / *W. Gerrod Parrott*. – Psychology Press. Philadelphia, 2001. — P. 378.
19. *Ortony A.* What's Basic about Basic Emotions? / *A. Ortony, Terence J. Turner* // Psychological Review. – 1990. – Vol. 97, № 3. – Pp. 315–331.
20. *Dalgleish T.* Information Processing Approaches to Emotion / *T. Dalgleish* // In : *R.J. Davidson, K. Scherer, H. Hill Goldsmith* (Eds.). Handbook of Affective Sciences. – Oxford : Oxford University Press, 2003. – Pp. 661–673.
21. *Weiner B.* An Attributional Approach to Emotional Development / *B. Weiner, S. Graham* // In : *C.E. Izard, J. Kagan, R.B. Zajonc* (Eds.). Emotions, Cognition and Behavior. – N.Y. : Cambridge University Press, 1984. – Pp. 167–191.
22. *Arnold M.B.* Emotion and Personality : Psychological aspects / *M.B. Arnold*. – Columbia University Press – N.Y., 1960. – P. 296.
23. *Mehrabian A.* Incorporating Emotions and Personality in Artificial Intelligence Software / *A. Mehrabian* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.kaaj.com/psych/ai.html>.
24. *Ильин Е.П.* Эмоции и чувства / *Е.П. Ильин*. – СПб. : Питер, 2001. – С. 752.
25. *Mehrabian A.* Framework for a comprehensive description and measurement of emotional states / *A. Mehrabian* // Genetic, Social, and General Psychology Monographs. – 1995. – Vol. 121. – Pp. 339–361.
26. *Pontier M.* Virtual Agents for Human Communication: Emotion Regulation and Involvement-Distance Trade-Offs in Embodied Conversational Agents and Robots / *M. Pontier* // Dissertation PhD – Vrije Universiteit Amsterdam, 2011. – P. 245.
27. *Bartneck C.* The End of the Beginning: a Reflection on the First Five Years of the HRI Conference / *C. Bartneck* // Scientometrics. – 2011. – Vol. 86. – Pp. 487–504.
28. *Bartneck C.* Notes on Design and Science in the HCI Community / *C. Bartneck* // Massachusetts Institute of Technology. Design Issues. – 2009. – Vol. 25, № 2. – Pp. 46–61.
29. *Bartneck C.* Measurement Instruments for the Anthropomorphism, Animacy, Likeability, Perceived Intelligence, and Perceived Safety of Robots / *C. Bartneck, Dana Kulic, Elizabeth Croft, Susana Zoghbi* // Int J Soc Robot. – 2009. – № 1. – Pp. 71–81.
30. *Субботін С.О.* Ітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей : монографія / *С.О. Субботін, А.О. Олійник, О.О. Олійник*. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2009. – С. 375.
31. *Шампандар А.Д.* Искусственный интеллект в компьютерных играх: как обучить виртуальные персонажи реагировать на внешние воздействия : пер. с англ. / *А.Дж. Шампандар*. – М. : ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – С. 768.
32. *Bullheimer B.* A New Rank-based Version of the Ant System: A Computational Study / *B. Bullheimer, R.F. Hartl, C. Strauss* // Central European Journal for Operations Research and Economics. – 1999. – Vol. 1, № 7. – Pp. 25–38.
33. *Sumpter D.J.T.* Formalising the Link between Worker and Society in Honey Bee Colonies / *D.J.T. Sumpter, D.S. Broomhead* // Lecture Notes in Computer Science : Proceedings of the First International Workshop on Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation (MABS 98). – Berlin : Springer, 1998. – Pp. 95–110.
34. *Khosla Rajiv.* Design of Intelligent Multi-Agent Systems. Human-Centredness, Architectures, Learning and Adaptation / *Rajiv Khosla, Nikhil Ichalkaranje*. – Berlin : Springer, 2004. – P. 448.
35. *Elliott C.D.* The Affective Reasoner: A Process Model of Emotions in a Multi-agent System / *C.D. Elliott* // Dissertation PhD – Northwestern University – Evanston, Illinois, 1992. – P. 125
36. *Custodio L.* Artificial Emotions and Emotion-Based Control Systems / *L. Custodio, R. Ventura, C. Pinto-Ferreira* // Proceedings of 7th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation. – 1999. – Vol. 2. – Pp. 1415–1420.
37. *Penny B.* The Synthesis of Emotions in Artificial Intelligences: An Affective Agent Architecture for Intuitive Reasoning in Artificial Intelligences / *B. Penny* // Dissertation PhD – The University of Southern Queensland, 2002. – P. 274.
38. *Bostrom N.* Existential Risks: Analyzing Human Extinction Scenarios and Related Hazards / *N. Bostrom* // Journal of Evolution and Technology. – 2002. – Vol. 9, № 1.

39. *Азимов А.* Эссе № 6. Законы роботехники / *А.Азимов* // Мечты роботов. — М. : Эксмо, 2004. — С. 781–784.
40. *Hibbard B.* Super-Intelligent Machines / *B.Hibbard*. — Berlin : Springer, 2002. — P. 228.
41. *Drexler K.E.* Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation / *K.E. Drexler*. — New York : John Wiley & Sons, 1992. — P. 556.
42. *Козлов М.В.* Спосіб формування пам'яті у системах штучного інтелекту / *М.В. Козлов* // Вісник ЖДТУ/ Технічні науки. — 2012. — № 2 (61). — С. 154–158.
43. *Штовба С.Д.* Проектирование нечетких систем средствами МАТЛАБ / *С.Д. Штовба*. — М. : Горячая линия–Телеком, 2007. — С. 288.
44. *Саати Т.* Математические модели конфликтных ситуаций / *Т.Саати*. — М. : Сов. радио, 1977. — С. 304.

КОЗЛОВ Михайло Венедиктович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматичного управління в технічних системах Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- прилади та методи вимірювання електричних величин;
- методи прийняття рішень;
- системи штучного інтелекту.

Тел.: (0412)44–59–26.

E-mail: mike21k@rambler.ru

Стаття надійшла до редакції 27.07.2012

Козлов М.В. Штучні емоції в об'єднаннях штучних інтелектів
Козлов М.В. Искусственные эмоции в объединениях искусственных интеллектов
Kozlov M.V. Artificial emotions in collective artificial intelligence systems

УДК 681.32

Искусственные эмоции в объединениях искусственных интеллектов / М.В. Козлов

В статье рассматривается необходимость, в коллективе агентов с искусственным интеллектом, надления каждого агента индивидуальной адаптируемой системой искусственных эмоций, зависящей от его целевой роли в объединении, и формирования общей системы ограничений при принятии индивидуальных решений, а также, для создания Дружественного агента по отношению к пользователю, введения в его программные коды интеллектуального стохастического аттрактора.

УДК 681.32

Artificial emotions in collective artificial intelligence systems / M.V. Kozlov

The article discusses the need for a team of agents with artificial intelligence, empowering each agent individually adaptable system of artificial emotion, depending on its target role in the union, and the formation of a common system of constraints in making individual decisions, as well as to create a Friendly agent for the user, the introduction of in its program codes intelligent stochastic attractor.