

СПОСІБ ФОРМУВАННЯ ПАМ'ЯТІ У СИСТЕМАХ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

У статті розглянуто можливості фільтрації і впорядкування великого потоку інформації у пристроях збору і зберігання даних систем штучного інтелекту за рахунок введення в ці системи пристроїв проміжної пам'яті і фільтрації. Наведено приклад побудови подібної системи.

Вступ. За останні декілька десятиліть різко зріс потік інформації. Так збільшення в три рази нових наукових даних – це десятиразове зростання інформації [1]. Велику роль зіграла в цьому поява Інтернету. Багато інформації, що при цьому повторюється і квазіінформації, ставали серйозною проблемою виділення дійсно важливого.

Переробкою інформації, що поступає, у все більшому обсязі, останнім часом займаються системи штучного інтелекту (СШ) і це стає однією з основних їх функцій і від того, наскільки ефективно вони виконують цю роботу, залежить якість виконуваних ними завдань. У зв'язку з цим дослідження в області вдосконалення методів фільтрації і впорядкування інформації стосовно СШ актуальні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У динамічних СШ, використовуваних для обробки розподіленої в часі вхідної інформації, використовується пам'ять, яку ділять на короткочасну (КП) і довготривалу (ДП) [2, 3]. У КП відображається поточний стан вхідної інформації і кожен новий образ (патерн), що поступає, призводить до оновлення стану цієї пам'яті. У ДП зберігаються дані, призначені для тривалого або постійного використання.

Таке ділення пам'яті аналогічно традиційній концепції поділу пам'яті кори головного мозку (неокортексу) людини на КП і ДП [4, 5]. Однак в останніх роботах по нейрофізіології [6] при аналізі діяльності центральної нервової системи людини було виявлено, що при формуванні ДП відбувається затримка в часі і, умовно, можна говорити про формування в неокортексі за участю гіпокампу і мигдалини лімбічної системи головного мозку проміжної (вторинної) пам'яті (ПП), в якій може накопичуватися інформація, що надходить з КП, у течії від 17 годин до двох років, частково стиратися і перетворюватися перед зберіганням її у ДП. При цьому можливість перенесення інформації з ПП в ДП буде, зокрема, залежати від частоти повторення цієї інформації. Однією з особливостей ПП є те, що година звернення до неї буде значно більша години звернення до ДП [6].

Окрім функцій запам'ятовування, зберігання і витягання інформації, СШ для збирання даних повинна володіти властивістю переробки і впорядкування інформації. Для цих цілей в [2] пропонується для впорядкування інформації проводити її ранжування за частотою появи.

У [7] для корпоративних баз даних пропонується використовувати для оцінки цінності отриманої інформації статистику (x, t_x, T) , де x число транзакцій спостережуваних у напіввідкритому інтервалі часу $(0, T]$ і t_x $(0 \leq t_x < T)$ – час останньої транзакції.

Для отримання впорядкованої множини інформації, що надходить, можна використовувати і спосіб фільтрації даних, розглянутий у [8]. Стосовно обробки будь-яких вхідних даних, запропоновані в способі два критерії оцінки інформації можна сформулювати таким чином:

1) оцінка за годинною надходження інформації. При цьому для всіх однакових патернів вхідної інформації, годині надходження кожного з них привласнюватиметься деякий ваговий коефіцієнт, що убуває із збільшенням інтервалу між поточним часом і часом надходження;

2) оцінка кількості повторення у вхідних даних однакових патернів за певний проміжок години.

Розглянуті методи впорядкування даних, залежно від поставленого завдання, можуть бути використані під час виділення корисної інформації при обробці її у СШ.

Основною метою даної роботи є розглядання можливостей використання проміжної пам'яті у пристроях збирання і зберігання інформації систем штучного інтелекту.

Викладення основного матеріалу. Сучасні системи штучного інтелекту не є досконалими і їх взаємодія з інформацією, що знов поступає, далека від оптимальної. Виходячи з цього і враховуючи проведений вище аналіз, розглянемо побудову СШ, призначену для впорядкування великого потоку інформації, на користь широкого класу користувачів.

На схемі, представленій на рисунку 1, показано просторово-часове переміщення патернів від входу через КП і проміжну пам'ять до запису їх у ДП.

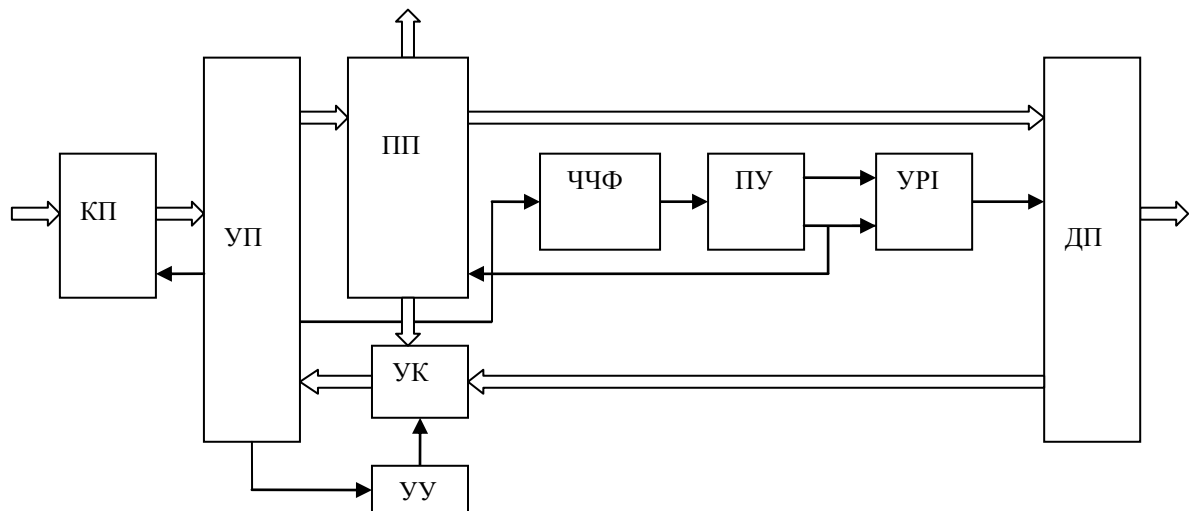


Рис. 1. Схема СШ з проміжною пам'яттю

Вхідні дані СШ послідовно через КП у вигляді патернів поступають на устрій порівняння (УП). На другий вхід УП через устрій комутації (УК), який перемикається устроєм управління (УУ), поступає інформація з ДП. У разі відсутності в ДП подібного патерну, УП, після перемикавання УК за допомогою УУ, порівнює інформацію, що зберігається в ПП, з даними в КП і за відсутності в ПП подібного патерну пропускає патерн, що поступив у КП в проміжну пам'ять. Одночасно на частотно-часовий фільтр (ЧЧФ) з УП поступає імпульс (ознака патерну) з фіксованою величиною амплітуди. Після закінчення циклу порівняння УП дозволяє подати на свій вхід з КП новий патерн. У подальшому, під час вступу на УП подібного патерну в момент порівняння його з патерном, що зберігається в ПП, на ЧЧФ також приходить з УП імпульс ознаки патерну. У ЧЧФ проводиться згортка цієї послідовності імпульсів з ваговою функцією, в результаті використання якої у вихідному сигналі ЧЧФ внесок кожного з цих імпульсів убавляється у міру збільшення тимчасового інтервалу з моменту їх надходження з УП.

У процесі надходження ознак подібних патернів, при досягненні на виході ЧЧФ верхнього порогового рівня U_v , пороговий устрій (ПУ) дає дозвіл на перезапис цього патерну з ПП в ДП через устрій ранжування інформації (УРІ). Сигнал на другому виході ПУ призначений для стирання інформації у ПП при зниженні на виході ЧЧФ сигналу до рівня нижнього порогового рівня U_n , після приходу на ЧЧФ першої ознаки подібних патернів.

Верхній поріг ПУ U_v у міру збільшення тривалості інтервалу роботи ЧЧФ з подібними патернами (T_x) поступово зменшуватиметься, що дозволяє, зокрема, проводити захист від первинних інтенсивних інформаційних атак на СШ. Нижній поріг U_n , також із збільшенням інтервалу T_x змінюється, але його зміна відбувається у бік збільшення значення U_n . Така робота ПУ, із зміною верхнього і нижнього порогових рівнів, підвищує робастність інформації, що зберігається в ДП.

Аналогічна обробка інформації у ЧЧФ проводиться паралельно за всіма ознаками патернів, що зберігаються в ПП.

Виходячи з цілей користувача СШ, можна ввести поділ інформації, що зберігається в ДП, на основі застосування критерію тривалого стійкого надходження однотипних патернів на вхід СШ. Для цього ДП розбивається на M сегментів і у процесі надходження на вхід СШ даних патерни переводяться в більш верхній сегмент ДП, що має більший показник якості за цим критерієм.

Для реалізації цього режиму роботи, УУ через УК з періодом T_k , який береться значно великим максимальної величини T_x , переводить УП у режим порівняння патерну з КП тільки за даними, що зберігаються в ДП. В цьому випадку, за наявності в ДП патерну подібного тому, що є на вході УП, з виходу УП на ЧЧФ поступає імпульс ознаки наявності патерну. Далі ЧЧФ працює аналогічно розглянутій вище процедурі і при досягненні на виході ЧЧФ верхнього порогового рівня U_v , ПУ видає сигнал на УРІ, яке враховує кількість вирішуючих сигналів з ПУ і дозволяє переформувати адресацію ДП для перекладу патерну у вищий за рівнем сегмент.

При зниженні на виході ЧЧФ сигналу до значення, рівного нижньому пороговому рівню U_n , сигнал з другого виходу ПУ також поступає на УРІ, який у цьому випадку дозволяє перенесення занесеного у ДП патерну в нижчий за рівнем сегмент, що відповідатиме зниженню активності надходження подібних патернів на вхід СШ.

При такій роботі УРІ, відповідно до критерію тривалого стійкого надходження на вхід СШ подібних патернів, в більш верхньому за номером сегменті будуть зберігатися патерни, які частіше поступають і досвід ДП для подачі інформації на УП можна починати з самого верхнього сегмента. Така

послідовність опиту ДП дозволить скоротити процедуру порівняння даних, що зберігаються в ДП, з тими, що поступають на вхід СШ.

Додатково до тієї, що знімається з ДП відфільтрованої і впорядкованої інформації з ПП можна знімати поточну інформацію, що поступає.

Обробка інформації в ЧЧФ може проводитися аналогічно наданому вище способу фільтрації даних [8]. Для можливості оцінки важливості якого-небудь патерну з множини подібних патернів V , введемо ціну ознаки цих патернів C_v . У такому разі оцінку активності патернів з множини V на момент проведення аналізу можна визначити на основі виразу, який є дискретною лінійною згортою [9] ціни ознаки патерну $C_v(n)$ з дискретно-тимчасовою ваговою функцією $W(n)$ з довжинами N_c і N_w відповідно.

$$P_v(n) = \sum_{m=0}^{L-1} W(m) \cdot \tilde{N}_v(n-m), \quad (1)$$

де $L = N_c + N_w - 1$.

Величина $C_v(n)$, залежно від надходження на вхід ЧЧФ ознаки патерну, що повторюється, або її відсутності, набуватиме дискретних значень C_v і 0.

Оскільки довжина послідовності подібних патернів N_c заздалегідь невідома, то умовно її можна вважати за нескінченну і лінійну згортку можна записати у вигляді:

$$P_v(n) = \sum_{m=0}^{\infty} W(m) \cdot C_v(n-m). \quad (2)$$

Для обчислення згортки вигляду (2) скористаємося методом перекриття з підсумовуванням, що достатньо легко реалізується на мові MATLAB [10]. При реалізації цього методу послідовність $C_v(n)$ розбивається на суміжні секції довжиною N_{ck} , порівняною з довжиною N_w і має вигляд:

$$\tilde{N}_v(n) = \sum_{k=0}^{\infty} C_{vk}(n). \quad (3)$$

У такому випадку згортка (2) записується так:

$$P_v(n) = \sum_{m=0}^{\infty} W(m) \sum_{k=0}^{L-1} C_{vk}(n-m), \quad (4)$$

де $L = N_{ck} + N_w - 1$.

Дискретно-тимчасову вагову функцію $W(n)$ можна записати у вигляді експоненціальної функції:

$$W(n) = \ell^{-(kn)^\beta}, \quad (5)$$

де k – коефіцієнт крутизни вагової функції; β – показник степеня.

Показник степеня β визначає форму вагової функції $W(n)$ і може теоретично набувати значень від 0 до ∞ . Практично можна обирати значення β від 1 до 5.

Як вагову функцію $W(n)$ можна також використовувати, часто вживану в нейроподібних елементах динамічних нейронних мереж, сигмоїдну функцію [11] вигляду:

$$W(n) = \frac{A}{1 + \ell^{(kn)^\beta}}, \quad (6)$$

де A – нормуючий множник.

Природно, можливе застосування у будь-якій іншій зручній для користувача ваговій функції.

На рисунку 2 представлена змодельована з використанням мови MATLAB [10] процедура проходження через ЧЧФ ознак подібних патернів.

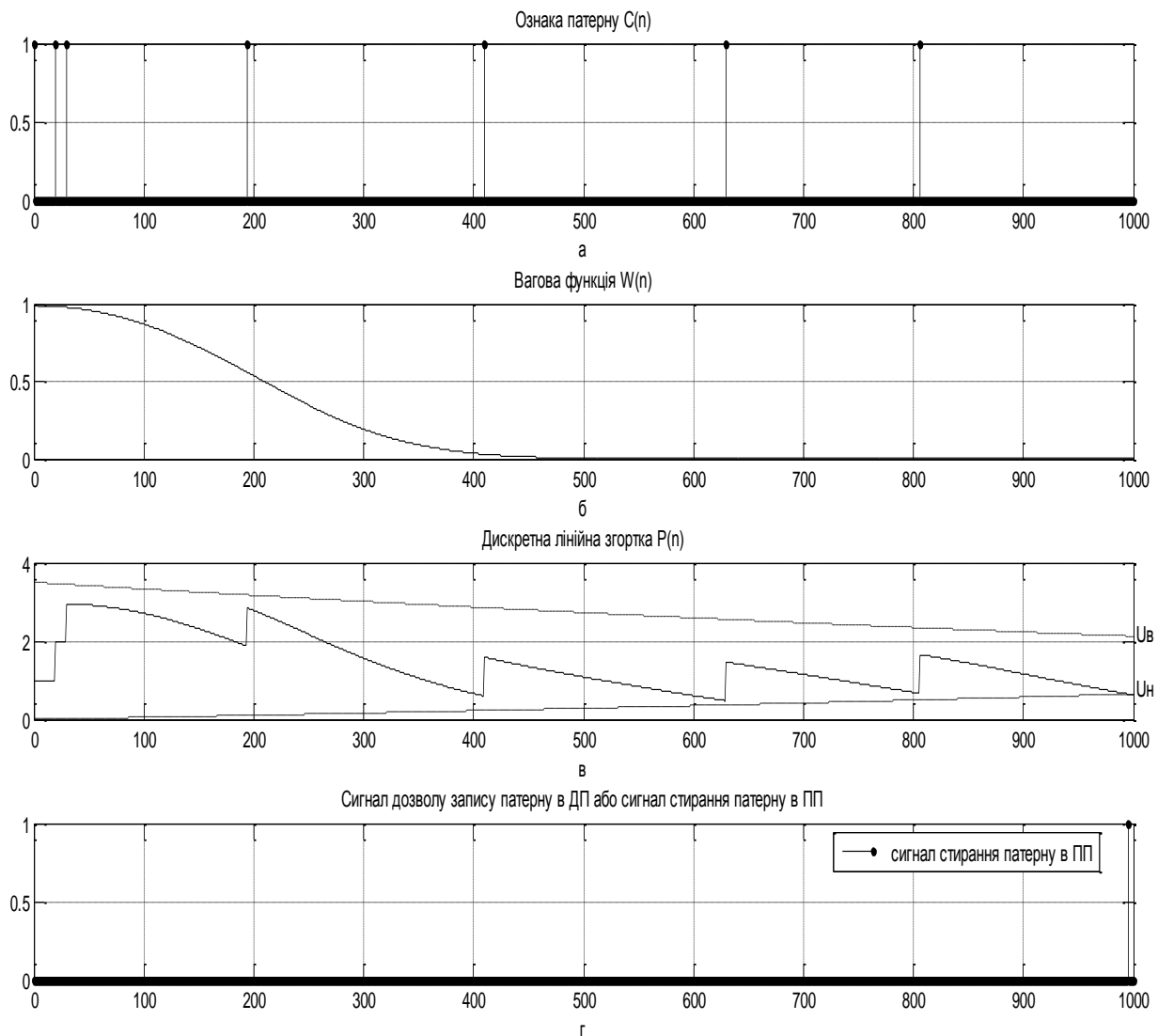


Рис. 2. Фільтрація послідовності ознак подібних патернів

З рисунка 2 видно, що робота ЧЧФ залежить від кількості і часу надходжень на вхід СШІ подібних патернів. Як вагова функція використовувалася сигмоїдна функція вигляду (6) з $\beta = 2$.

Устрої ЧЧФ, ПУ і УРІ в даній СШІ деякою мірою виконують функції гіпокампу і мигдалини лімбічної системи центральної нервової системи людини [6].

При побудові СШІ на основі тимчасової ієрархічної пам'яті НТМ (Hierarchical Temporal Memory) [12] блоки УП і ПП об'єднуються в один блок ПП за рахунок наявності в системі НТМ великої кількості зворотних зв'язків, що значно перевищують кількість вхідних сигналів. У такому разі, розширюються можливості СШІ за рахунок того, що НТМ дозволяє обробляти паралельно декілька патернів. Так за даними [13] мозок людини, значно спрощеною моделлю неокортексу якого є система НТМ, здатний обробляти одночасно 7 ± 2 вхідних патернів.

Для обробки вхідних даних, представлених у вигляді нечітких множин, можна при побудові устроїв СШІ скористатися нейронечіткими мережами, розглянутими в [14].

Висновки. Застосування СШІ, з розглянутою організацією пам'яті, дозволить їх ефективно використовувати в таких системах обробки даних, як формування основного фонду за різними напрямками потоку інформації, таких як: бібліотечний, патентний, формування корпоративних баз даних клієнтів і продукції, створення систем автоматизації маркетингу; таких як: CRM [15], виявлення профілів стійких інтересів користувачів Internet, що дозволяють Internet-сервісам адаптуватися до цих інтересів і в багатьох інших випадках, а також у процесі навчання СШІ.

Список використаної літератури:

1. Лудченко А.А. Основы научных исследований : учеб. пособие / А.А. Лудченко, Я.А. Лудченко, Т.А. Примак. – К. : Знання, КОО, 2001. – 113 с.
2. Башмаков А.И. Интеллектуальные информационные технологии : учеб. пособие / А.И. Башмаков, И.А. Башмаков. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 304 с.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс : пер. с англ. / С.Хайкин. – М. : ООО «И.Д. Вильямс», 2006. – 1104 с.
4. Блум Ф. Мозг, разум и поведение : пер. с англ. / Ф.Блум, А.Лейзерсон, Л.Хофстедтер. – М. : Мир, 1988. – 248 с.
5. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах : учебник / О.И. Ларичев. – М. : Логос, 2002. – 392 с.
6. Физиология человека : В 3-х т. Т. 1. : пер. с англ. / под ред. Р.Шмидта, Г.Тевса. – М. : Мир, 2005. – 323 с.
7. Fader P.S. Probability Models for Customer-Base Analysis / P.S. Fader, B.G.S. Hardie // J. Interactive Marketing. – 2009. – Vol. 23, № 1. – Pp. 61–69.
8. Спосіб автоматичного впорядкування даних в пам'яті телефонних апаратів : пат. на винахід / М.В. Козлов, Ю.О. Подчаїшинський. – № 82718. – 12.05.08, Бюл. № 9.
9. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов : пер. с англ. / Р.Лайонс. – М. : ООО «Бином-Пресс», 2006. – 656 с.
10. Солонина А.И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB / А.И. Солонина, С.М. Арбузов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 816 с.
11. Харламов А.А. Использование сигмоидной функции в нейроподобных элементах с временной суммацией входных сигналов в составе динамической нейронной сети / А.А. Харламов, Г.Н. Рябов // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. – М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – № 2.
12. Hierarchical Temporal Memory including HTM Cortical Learning Algorithms, Version 0.2.1, September 12, 2011. – © Numenta Inc., 2011. – P. 68.
13. Miller G.A. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information / G.A. Miller // J. Psychological Review. – 1956. – Vol. 63. – Pp. 81–97.
14. Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень : навч. посібник / С.О. Субботін. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2008. – 341 с.
15. Ковалев А.М. Microsoft Dynamics CRM: первые шаги. Серия «Информационные бизнес технологии» / А.М. Ковалев. – М. : ЭКОМ Паблишерз, 2007. – 232 с.

КОЗЛОВ Михайло Венедиктович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації і 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 14.05.2012

Козлов М.В. Спосіб формування пам'яті у системах штучного інтелекту

Козлов М.В. Способ формирования памяти в системах искусственного интеллекта

Kozlov M.V. A method of forming of memory in the systems of artificial intelligence

УДК 681.32

Способ формирования памяти в системах искусственного интеллекта / М.В. Козлов

В статье рассмотрены возможности фильтрации и упорядочивания большого потока информации в устройствах сбора и хранения данных систем искусственного интеллекта за счет введения в эти системы устройств промежуточной памяти и фильтрации. Приведен пример построения подобной системы.

УДК 681.32

A method of forming of memory in the systems of artificial intelligence / M.V. Kozlov

In the article possibilities of filtration and put in order of large stream of information are considered in the devices of collection and storage of the systems of artificial intelligence due to introduction to these systems of devices of intermediate memory and filtration. The example of construction of the similar system is resulted.