

Р.О. ВДОВИЧЕНКО

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,
e-mail: ruslan.vdovichenko1@gmail.com.

В.Г. ТУЛЬЧИНСЬКИЙ

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,
e-mail: dep145@gmail.com.

ПІДВИЩЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ЗБЕРЕЖЕННЯ СЕМАНТИКИ В РОЗРІДЖЕНО-РОЗПОДІЛЕНІЙ ПАМ'ЯТІ

Анотація. Запропоновано інтеграцію методу стискувальних вимірювань у реалізацію розріджено-розподіленої пам'яті для підвищення ємності збереження бінарних розріджених розподілених представлень семантичних даних, зокрема на графічних процесорах.

Ключові слова: розріджено-розподілена пам'ять, стискувальні вимірювання, асоціативна пам'ять, збереження семантики, нейронні мережі, графічний процесор.

ВСТУП

Нинішній стрибок у застосуванні методів і систем штучного інтелекту спричинений можливістю їхньої високопродуктивної реалізації з використанням графічних процесорів (Graphics Processing Unit, GPU) завдяки локальності операцій з даними і однорідності алгоритмів (fine-grained parallelism). У цьому контексті перспективною є запропонована П. Канервою ще у 1986 р. модель розріджено-розподіленої пам'яті (Sparse Distributed Memory, SDM), яка має багато характеристик та функцій природної пам'яті: асоціативність, здатність до узагальнення, запам'ятовування послідовностей і навіть здатність помилятися. Хоча П. Канерва, розробляючи SDM у межах феноменологічного підходу до моделювання, використав засоби небіологічного характеру (бінарні вектори, лічильники, адреси), подальші дослідження показали близькість будови біологічних механізмів пам'яті до конструкції SDM. Зокрема, у термінах SDM можна добре описати функціонування мозочка ссавців, модель якого незалежно розробили Д. Марр у 1969 р. та Дж. Альбус у 1975 р., та роботу пам'яті імунної системи (Д. Сміт, С. Форрест та А. Перелсон, 1996 р.).

Розглянемо застосування SDM для зберігання векторів ознак у контексті опису об'єктів через їхні атрибути, реалізації вкладених структур та зв'язків, необхідних на концептуальному рівні для представлення семантики. Особливістю векторів ознак є суттєва різниця у частоті появи 0 та 1, бо у реальному світі майже будь-яка ознака є лише у невеликій підмножині всіх об'єктів. У цьому випадку вектори ознак є розрідженими. Класичні конструкції SDM погано пристосовані для зберігання розріджених векторів, тому метою цієї статті є адаптація SDM до таких даних. Основною ідеєю нашого підходу є обчислення та зберігання щільних векторів замість розріджених з подальшою реконструкцією розріджених векторів ознак за зчитаними з SDM даними з використанням методів стискувальних вимірювань (Compressive Sensing, CS) — теорії, основи якої заклали у 2004–2006 рр. Е. Канде і Т. Тао. Іншими словами, у цій роботі запропоновано гібридну модель CS SDM.

Наприкінці 1990-х років науковці взялися досліджувати застосування SDM для представлення структурованих даних, придатних для опису семантичних конструкцій. Ці дослідження цікаві тим, що пов'язують низькорівневу нейромережову модель штучного інтелекту з концептуальними високорівневими моделями даних. У контексті CS SDM інтерес становлять насамперед бінарні розріджені розподілені представлення (Binary Sparse Distributed Representations, BSDR).

© Р.О. Вдовиченко, В.Г. Тульчинський, 2022