СИНТЕЗ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СКЛАДОВОЇ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ

Віталій Мокін[1], Олександр Роїк[1], Вячеслав Седлецький[2]

[1] Вінницький національний технічний університет
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021,
тел.: 59-82-91, e-mail: vmokin@vstu.vinnica.ua,
[2] CDM A/S, Strandvejen 863, DK-2930 Klampenborg, E-mail: vs@cdm.dk

Анотація

Розглянута задача синтезу нейронної мережі для оптимізації кількості атрибутивних параметрів інформаційної складової геоінформаційної моделі. розроблено критерії та рекомендації щодо побудови та функціонування нейронної мережі хопфілда.

Вступ

Однією з важливих задач, що розв'язують штучні нейронні мережі, є задачі оптимізації даних, а саме такі, які не можуть бути розв'язані точними детерміністичними методами, а також шляхом NP-повного перебору усіх можливих комбінацій.

Для багатошарових нейронних мереж математично доведено, що вони можуть імітувати будь-яку неперервну векторну функцію будь-якого неперервного векторного аргументу. Використання нейронних мереж не накладає ніяких обмежень на різнорідність вхідної інформації, на характер досліджуваних рядів, тому нелінійність і нестаціонарність даних процесів не є проблемою, що в значній мірі впливає на аналітичні методи розв'язання поставленої задачі. Можливість навчання і самонавчання дозволяє нейронним мережам розв'язувати задачі, в яких складно або неможливо виявити точних аналітичних залежностей між вхідними і вихідними даними [1].

Постановка задачі

Основною моделлю нейронної мережі, за допомогою якої розв'язуються оптимізаційні задачі, є модель Хопфілда, запропонована в 1982 році. Циклічна повнозв'язна нейронна мережа, в ході функціонування змінює свій стан, знижуючи значення заданого функціоналу або енергію, та конвергує у стан, що відповідає локальному або глобальному мінімуму. Ця властивість мережі активно використовується для випадкового пошуку оптимального рішення: мережа довільним чином ініціалізується (вибирається випадковий початковий стан нейронів мережі) і в результаті функціонування, внаслідок динамічної процедури навчання, переходить у деякий стан локального мінімуму енергії. Оскільки найбільш оптимальне рішення задачі заздалегідь невідоме, то описана процедура випадкового пошуку повторюється до моменту стабілізації виходів нейронів, тобто значення на виходах попереднього стану не змінилися або відрізняються від дійсних на заздалегідь задану малу величину. Нажаль, специфіка моделі така, що в процесі навчання, мережа має тенденцію сходитися до неглибоких локальних мінімумів [2].

З вищенаведеного свідчить, що дослідження різноманітних модифікації архітектури та алгоритмів функціонування нейронних мереж Хопфілда, дозволяє прискорити пошук оптимальних рішень та поліпшити оптимізаційні властивості моделі.

Для більшості прикладних задач, що вирішується за допомогою ГІС, властиві показники різної природи: що мають кількісний вираз, оцінюють значення якої-небудь ознаки без її кількісного виразу тобто вербально, а також, що носять суто якісний характер, як приклад, рекомендації експертів [1]. Це накладає певні обмеження на можливості використання всього різноманіття методів багатовимірної класифікації даних. Через те, що значна частина даних, які враховуються при класифікаціях, мають якісний характер, тому алгоритми функціонування та аналізу таких специфічних даних повинні враховувати можливі випадки роботи з нестандартними кількісними масивами інформації.

Таким чином, постає задача синтезу модифікованої моделі нейронної мережі у відповідності до специфіки та вимог даних інформаційної складової геоінформаційних моделей, на основі моделі Хопфілда.

Розв’язання задачі

Для розв'язання поставленої задачі необхідно провести аналіз даних інформаційної складової геоінформаційних моделей. Розробити ряд критеріїв і рекомендацій щодо передобробки, перегрупування, відтворення та збереження структури даних геоінформаційних моделей для ефективного пошуку оптимального набору параметрів, що вимірюються.

Таким чином, постає підзадача розбиття процесу синтезу нейронної мережі для розв’язання

задачі оптимізації інформаційної складової геоінформаційних моделей на етапи:

- підготовка структури і даних за допомогою предобробки та форматування даних,
- завантаження данних у нейронну мережу згідно запропонованих вимог та рекомендацій,
- фіксування результатів роботи мережі та пошук оптимального набору параметрів, що необхідно вимірювати,
- збереження структури і даних у форматі придатному для відтворення за допомогою відомих баз данних або знань.

Як було зазначено вище, за основу моделі нейронної мережі будемо використовувати модель нейронної мережі Хопфілда, яка зображена на рис. 1.

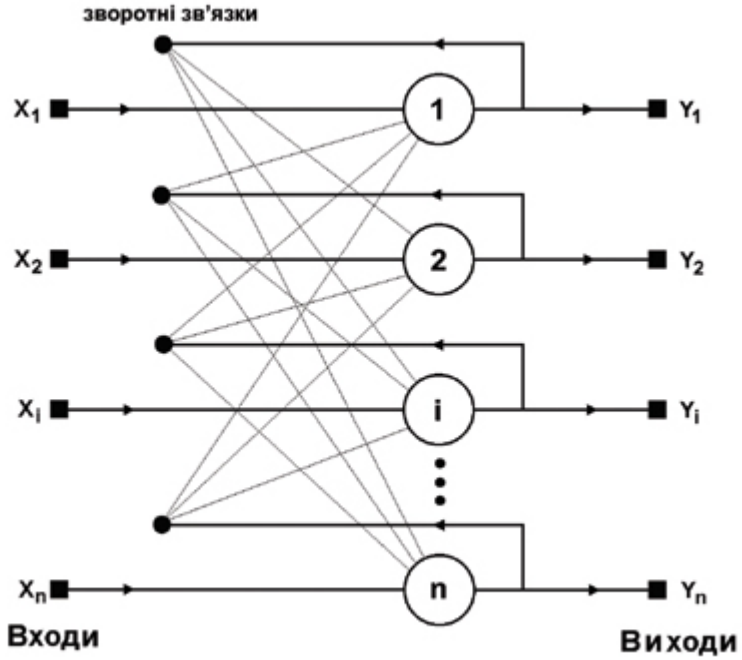

Рис.1. Схема функціонування моделі нейронної мережі Хопфілда

Перевагами нейронної мережі Хопфілда для вирішення задачі оптимізації інформаційної складової геоінформаційних моделей є паралелізм функціонування вхідних та вихідних нейронів, що дозволяє одночасно фіксувати кореляцію і інформативність параметрів вимірювання ГІС на кожному ітераційному кроці.

Як недоліки функціонування мережі, слід відмітити той факт, що час, затрачений у процесі навчання, може бути неприйнятно великим, що свідчить про неспроможність мережі стабілізувати свої виходи і знайти хочаб один локальний екстремум для розв'язання поставленої задачі оптимізації. Вирішення подібної ситуації є зміна типу активаційної функції або величини порогового значення стабілізації виходів або проведення предобробки даних, що подаються на входи нейромережі [1].

Розв'язання задачі оптимізації інформаційної складової геоінформаційних моделей накладає певні обмеження та умови на характер вхідної і вихідної інформації, що обробляється в нейронній мережі. Як зазначено в [3], загальну модель функціонування нейронної мережі з інтегрованою інформаційною складовою геоінформаційної моделі повинна відповідати певним критеріям та рекомендаціям щодо функціонування.

Значення вхідного сигнал повинно дорівнювати значенню вихідного сигналу на попердньому кроці:

$$X_i(k) = Y_i(k-1), \tag{1}$$

де X_i та Y_i відповідні вектори вхідного та вихідного сигналів нейронної мережі.

Процес функціонування нейронної мережі Хопфілда необхідно розділити на два етапи: навчання та класифікацію [4]. Під час навчання ініціалізується початковий вектор вагових коефіцієнтів W. Процес класифікації передбачає пошуку локального (глобального) мінімуму. Важливою умовою розв'язання задачі оптимізації є існування деякого локального (або глобального) мінімуму для якого виконується умова:

$$y_i(k) = y_i(k-1), \tag{2}$$

де $y_i(k)$ і $y_i(k-1)$ зафіксовані значення вектору Y_i, виходів нейронної мережі, на дійсному та попередньому кроках.

Для розрахунку значень вагових коефіцієнтів і ініціалізації початкової матриці W використаємо правило Хебба:

$$w_{ij} = \frac{1}{N} x_i \cdot y_j \tag{3}$$

Але застосування правила Хебба для навчання нейронної мережі є малоефективним [4-5], що зумовлює знаходження локальних мінімумів. Тому для більш ефективнішого результату навчання рекомендується використовувати псевдоінверсію, що передбачає формування початкової матриці вагових коефіцієнтів W за правилом:

$$W \cdot X = X \tag{4}$$

Вибір структури нейронної мережі залежить від кількості вхідних і вихідних нейронів та кількості нейронів у прихованому шарі. Тому рекомендується вибрати таку кількість нейронів, що їх кількість не призвела би до знаходження локального мінімуму або значення коефіцієнту помилки перевищувало заданє. Згідно теорії Колмогорова [5], для нейронних мереж з N-вхідними нейронами рекомендується використовувати (2N+1) нейронів у прихованому шарі.

Аналіз даних інформаційної складової геоінформаційних моделей показав, що для ефективного відображення та надійного збереження даних, представлених у вигляді атрибутивних залежностей [6], необхідно провести аналіз відомих баз даних та обрати таку, що найбільш відповідає умовам даних інформаційної складової геоінформаційних моделей.

Критеріями для вирішення підзадачі збереження та відворення даних інформаційної складової геоінформаційних моделей є: надійність та швидкість обробки інформації. Як зазначено в [6], доцільно, в рамках розв'язку зазначеної підзадачі, разглянути критерії: популярність і ціна. Згідно рекомендованим критеріям для вибору бази даних, отримаємо беззаперечну переваги продукту mySQL як середовище для збереження та відтворення даних інформаційної складової геоінформаційних моделей.

Висновки

1. В роботі було виділено основні підзадачі, які необхідно першочергово вирішити до початку процесу пошуку оптимального набору параметрів вимірювання ГІС.
2. Наведено переваги та недоліки нейронної мережі Хопфілда для розв'язку оптимізаційної задачі інформаційної складової геоінформаційних моделей.
3. Запропоновано використання критеріїв та рекомендації щодо проектування та функціонування нейронної мережі для вирішення задачі оптимізації.
4. Обґрунтовано доцільність використання продукту mySQL як середовище для збереження та відтворення даних інформаційної складової геоінформаційних моделей.

Література:

[1] Замай С.С., Охонин В.А., Якубайлик О.Э. Нейронные сети и ГИС // Красноярск. – 2005.- С. 7-19.

[2] Крисилов В.А., Олешко Д.Н., Трутнев А.В. Применение нейронных сетей в задачах интеллектуального анализа информации // Труды Одесского политехнического университета. - №2 (8). – 1999. – 134 с.

[3] Мокін В.Б., Роїк О.М., Седлецький В.В. Новий підхід до автоматизованої побудови геоінформаційних моделей на основі нейронних моделей // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія.– №1(8).– 2007.– С. 231-234.

[4] Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. С польского И.Д. Рудинский. – М.: Финансы и статистика, 2002. – С. 176-221.

[5] Авеньян Э.Д. Алгоритмы настройки многослойных нейронных сетей // Автоматика и телемеханика. - № 5. – 2005. – С. 106-118.

[6] Мокін В.Б., Боцула М.П., Горячев Г.В. та ін. Комп'ютеризовані регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – С. 88-124.