

Секція: Технічні науки

Романенко Святослав Володимирович

магістрант кафедри конструювання

електронно-обчислювальної апаратури

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

м. Київ, Україна

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ВІДБИТКІВ МЕТОДОМ ТРАСУВАННЯ ПРОМЕНІВ НА БАЗІ НЕЙРОМЕРЕЖІ КОХАНЕНА

Класичний алгоритм навчання нейромережі Кохонена, який враховує латеральні зв'язки між блоками самоорганізуючої карти (SOM), є розширення алгоритму простого конкурентного навчання (SCL). Він складається з багатьох одиниць, де їх ваги адаптуються до вхідних даних за допомогою змагального навчання та створюють упорядковані вектори коду у вхідному просторі. Дані вектори коду зберігають топологію навчальних даних, роблячи SOM потужним інструментом для кластерного аналізу, класифікації та візуалізації. Алгоритми (SOM і SCL) є стохастичними онлайн-алгоритмами, тобто, вони оновлюють вектори коду в режимі реального часу після отримання кожного об'єкта навчальних даних.

Перевагами даного алгоритму є простота, обчислювальна ефективність, зменшення топологічних спотворень, обмежена кількість регульованих параметрів і відтворювані результати. Основним недоліком є сильна залежність від початкових ваг. Нашою метою є створення алгоритму на базі SOM, який ідентифікує дані сітківки з даними роگیвки з кореляцією початкових ваг.

При проведенні експерименту ми базувалися на методі рейтрейсингу, Даний метод є процесом, де можна простежити та визначити кількісно

кількість променів світла, що походить від об'єкта. Таким чином, даний метод використовують для визначення якості зображення сітківки. Проте трасування променів можна використовувати не тільки для визначення якості зображення сітківки а й для рогівки. Тому що даний метод використовується для руху вперед і назад, що означає поширення світла через рогівку, кришталік і склоподібне тіло до сітківки, або зворотній рух від сітківки до рогівки. А також демонструє, скільки променів світла дифрагується кожною оптичною поверхнею, з яких зазначених точок на поверхні та їх вплив на формування зображення на сітківці. Отже, важливо спочатку визначити вхідні дані, які інформують про об'єкт. Для моделювання ми вважаємо важливими є наступні кроки, що наведені на рис 1.

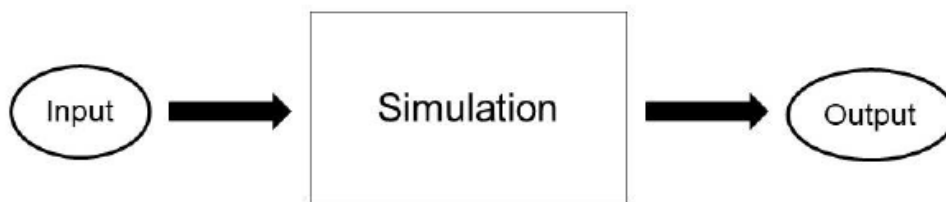


Рис. 1. Кроки процесу моделювання

На нашу думку, кроки процесу моделювання полягає в наступному:

1. Модель ока повинна включати кожен передню і задню поверхні, як геометричні параметри.
2. Програмне забезпечення для процесу моделювання повинно бути спроможним продемонструвати здатність ідентифікувати дані зі сітківки з даними на рогівці.

Оскільки, SOM є стохастичною моделлю, то модель ока має бути також стохастичною. Схема, на якій базується дослідження має саме стохастичну системну модель ока для генерації даних у загальній сукупності для оптичних розрахунків, з використанням методу трасування променів, яка проілюстрована на рис. 2 [1].

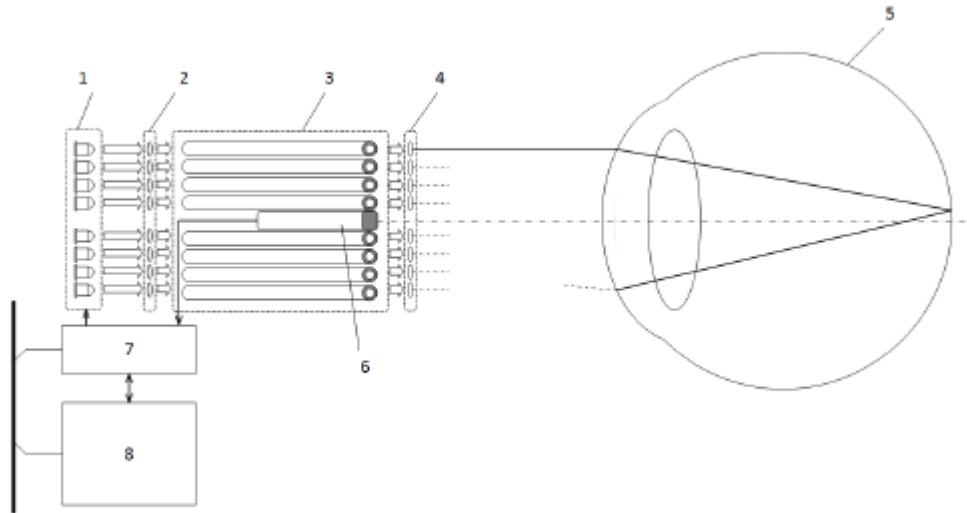


Рис. 2. Структурна схема пристрою для рейтрейсингової аберометрії ока.

Позначення: 1 – блок світлових випромінювачів; 2 – вхідна оптика; 3 – багатоканальна оптоволоконна лінія; 4 – вихідна оптика; 5 – оптична система ока; 6 – фотоприймач; 7 – блок управління; 8 – пристрій обробки даних

Дана модель ока заснована на параметрах форми рогівки. Відомо, що рух світла діє згідно з закону Снелла на поверхні кожної анатомічної частини ока, що визначається математичним виразом:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (1.1)$$

Проте, даний метод може бути лише використано для забезпечення коректування зору, за допомогою фотоабіляції рогівки.

Оскільки рогівка є нелінійним, гіперпружним, не стисловим, анізотропним, гетерогенним, нео-Гуківським матеріалом, тому її треба розглядати подібно до конфігурації пружини, варіюючи величини та напрямком сили на рогівку через внутрішньо очний тиск, який змінює реакцію рогівки.

Слід зазначити, що ефект спотворення зображень спричиняється різницею бічних лінз, а кривизна поля виникає тоді, коли промені видимого світла фокусуються через вигнуту лінзу. Отже, при збільшенні лінзи точка М менше ніж позаосьова, тобто $f_l > 0$, а при зменшенні більша ніж

позаосьова, тобто $f_1 < 0$, таким чином якщо f відрізняється від інших частин лінзи то математична формула, має наступний вигляд:

$$M_T = -\frac{s_1}{s_0} = \frac{y_1}{y_0} \quad (1.2)$$

Основна ідея евристики стохастичного вбудування (Stochastic Proximity Embedding (SPE)) полягає в тому що спочатку всі атоми розташовуються вибірково в кубі заданого розміру. Отже, пари атомів в E є багатокрайні та випадково обрані, для кожної пари $\{u, v\}$ алгоритм перевіряє виконання певного ліміту для функції $\max(x, 0)$ та їх гіперболічне згладжування λ . У випадку порушення ліміту, позиції двох атомів змінюються відповідно до явних формул для покращення теперішнє вбудування. Ілюстрація цих прикладів продемонстрована на рис. 3 та алгоритм евристичного SPE на Рис. 4 [2, с. 39].



Рис. 3. Локальні зміни позиції залежно від розходження з певної відстані

Algorithm 4 SPE Heuristic

```

while termination condition not met do
  Pick  $\{u, v\} \in E$  ( $\|x_u - x_v\| \notin d_{uv}$ )
  Update  $\lambda$ 
  Let  $x_u \leftarrow x_u + \lambda(x_u - x_v)$ 
  Let  $x_v \leftarrow x_v + \lambda(x_v - x_u)$ .
end while
    
```

Рис. 4. Алгоритм евристичного SPE

Проте, розроблений алгоритм, що було продемонстровано на Рис. 4 не гарантує отримання рішення, що задовольняє усім лімітам у функції $\max(x, 0)$ та їх гіперболічне згладжування λ . Однак, даний алгоритм вказує на те, що методологія SPE являється ефективною.

Наше дослідження ґрунтувалося на лінійній алгебрі дистанційної геометрії. Програмний модуль ідентифікації даних, а саме нейромережі Кохонена на мові Python IDLE.

Ідентифікацію на базі методу сегментація відрізками дала найкращий результат, а саме загальний процент ідентифікації склав приблизно 99,9 %. Отже, самоорганізуюча мережа Кохонена має гарні ідентифікаційні властивості щодо покращення розділової здатності методу рейтрейсінгу.

Література

1. Ковальський В.І., Яганов П.О. Пристрій для рейтрейсінгової аберометрії ока. Вісник КПІ. Серія «Приладобудування». 2018. Вип. 56(2). С. 103-111.
2. Liberti L., Lavor C., Maculan N., Mucherino A. Euclidean distance geometry and applications. *SIAM Review*. May, 2012. Vol. 52. P. 39.