AI-СПРОЩЕННЯ МЕШІВ З ДОПОМОГОЮ GNN ЯК СПОСОБІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОЛІГОНАЛЬНИХ СІТОК ДЛЯ VR

Філатова Г.Є., Ковальова Н.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

GNN, або графові нейронні мережі – клас нейронних мереж,розроблений для обробки даних, що мають структуру графа. На відміну від CNN або RNN, GNN можуть моделювати нерегулярні, неевклідові зв'язки – такі як соціальні мережі, молекули або тривимірні мульти полігональні моделі.

Одним із способів застосування GNN може бути спрощення мульти полігональної моделі та її оптимізація.

Для цього на першому етапі сітка репрезентується у вигляді графа, де кожен вузол – це вершина або елемент мульти полігональної моделі, а ребра – зв'язки між ними. Кожному вузлу приписується вектор ознак $h_\nu^{(k)}$, що включає координати, нормалі, кривизну та інші локальні геометричні характеристики. GNN складається з декількох шарів, у кожному з яких оновлюється представлення вузла на основі його попереднього стану та інформації з локального оточення:

$$h_{\nu}^{(k)} = \delta(W^{(k)} Aggregate^{(k)}(\{h_u^{(k-1)}: u \in N(\nu)\}) + b^{(k)}),$$

де δ – нелінійна активація,

$W^{(k)}, b^{(k)}$ – ваги та зсуви шару,

$N(\nu)$ – множина сусідів вузла ν.

Такі обчислення є частиною ширшої парадигми передачі повідомлень (message passing), яка формалізується як двоетапний процес: передачі повідомлень та їх агрегації

Після побудови представлення вузлів за допомогою GNN здійснюється агрегація ознак від сусідів у межах локального оточення, після чого обчислюється важливість кожного елемента (вузла або ребра). Елементи з найнижчою вагою важливості визначаються як кандидати для об'єднання (edge collapse), під час якого кінцеві точки ребра зливаються і а саме ребро видаляється. Ця процедура повторюється ітеративно, формуючи все більш спрощену сітку при збереженні її топологічних і геометричних властивостей.

Для навчання моделей використовуються функції втрати: reconstruction loss, perceptual loss, topology-aware loss.

Оптимізація здійснюється через метод зворотного поширення похибки (backpropagation), який обчислює градієнти функції втрати відносно параметрів мережі.

Оновлення параметрів виконується за допомогою оптимізаторів таких як "адаптивна оцінка моментів"(Adam).

Застосування GNN у завданнях оптимізації мешів демонструє високу ефективність і відкриває нові можливості для покращення продуктивності в системах реального часу, таких як VR та AR.