

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕРВАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ АРХИТЕКТУРЫ TRANSFORMER

Проблема сохранения информации в долгосрочной памяти с применением эвристического алгоритма SM-2 и моделей LSTM и Transformer. Доказано, что механизм Self-Attention увеличивает коэффициент удержания информации до 93,7% и сокращает время учебной сессии. Проанализированы компромиссы между точностью и ростом вычислительной нагрузки при инференсе.

I. Введение

Эффективное сохранение информации в памяти сегодня базируется на интервальном повторении (Spaced Repetition) – методе циклического повторения материала. Естественное забывание описывается экспоненциальной функцией:

$$R = e^{-\frac{t}{S}} \quad (1)$$

где R – вероятность вспоминания, t – время, а S – стабильность памяти [1].

Классические алгоритмы, такие как SM-2 [2], опираются на жесткие правила и субъективные оценки, игнорируя семантическую сложность материала. Для преодоления этих ограничений в исследовании применялись нейросетевые модели. Планирование сессий осуществлялось тремя методами:

1. Эвристический алгоритм SM-2 (контрольная группа).
2. Рекуррентная нейронная сеть (LSTM) для анализа временных зависимостей.
3. Модель Transformer (Self-Attention), учитывающая как временную историю, так и семантическую связанность терминов.

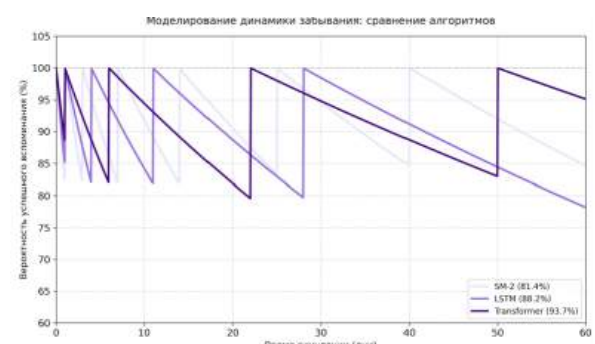


Рис. 1 – Анализ динамики запоминания

Эксперимент (Рисунок 1) выявил, что удержание информации составило 81,4% для SM-2, 88,2%

для LSTM и 93,7% для Transformer. Кроме того, точное прогнозирование модели Transformer позволило сократить время сессии на 18%.

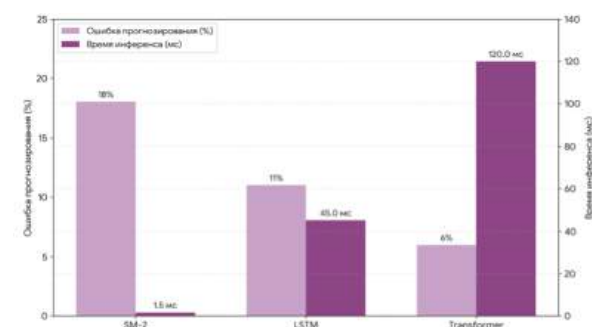


Рис. 2 – Соотношение ошибки прогнозирования

Несмотря на рост эффективности, внедрение нейросетей требует технических компромиссов (Рисунок 2). Снижение ошибки прогнозирования до 6,3% у Transformer сопровождается ростом времени инференса до 120 мс (против 1,5 мс у SM-2). Это сохраняет актуальность эвристических алгоритмов для автономных систем (Edge computing) с ограниченными ресурсами.

II. Заключение

Переход к контекстно-зависимому нейросетевому планированию обеспечивает качественный скачок в образовательных технологиях. Архитектура Transformer повышает эффективность удержания на 12% и экономит время путем исключения избыточных повторений. Однако высокие требования к серверным мощностям и задержки при инференсе остаются барьерами для повсеместного использования в оффлайн-среде.

Список литературы

1. Эббингауз, Г. О памяти. Экспериментальное психологическое исследование / Г. Эббингауз. – М. : ЧеРо, 2000. – С. 45-63.
2. Wozniak, P. A. Optimization of learning / P. A. Wozniak // Master's thesis, University of Technology in Poznan. – 1990. – 120 p.

Василевский Владислав Валерьевич, студент, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Беларусь.

Павлов Евгений Александрович, студент, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Беларусь.

Ланто Александр Иванович, старший преподаватель кафедры ИТАС, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Беларусь.