

# Применение больших языковых моделей для иерархической суммаризации текстов научных публикаций

Соболевский Федор

Московский физико-технический институт

Кафедра интеллектуальных систем ФПМИ МФТИ

*Научный руководитель:* д. ф.-м. н. К. В. Воронцов

2024

## Цели исследования

- ▶ Формализовать задачу автоматического построения интеллект-карт по научным текстам и предложить информативные метрики оценивания таких карт;
- ▶ Разработать методику иерархической суммаризации по научным текстам экспертами с целью формирования выборки для автоматической генерации интеллект-карт и выработки четких требований к генерируемым картам;
- ▶ Применить большие языковые модели (БЯМ) для генерации интеллект-карт по текстам научных статей и определить оптимальные стратегии промптинга, позволяющие максимизировать качество иерархической суммаризации.

# Основная идея

*Предположение:* можно использовать БЯМ для автоматического создания иерархических карт по научным статьям, позволяющих двигаться от главного к деталям.

*Проблематика:* для данной задачи нет ни данных, ни метрик, позволяющих автоматически оценить реальные аспекты качества генерируемых карт.

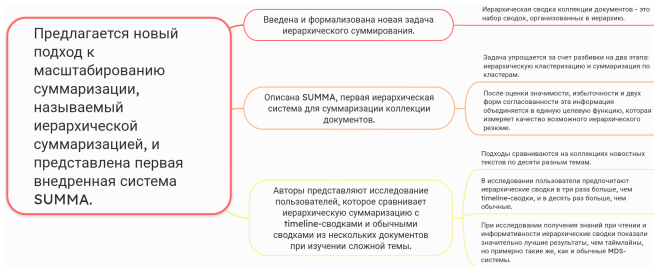


Рис.: Пример карты по статье об иерархической суммаризации<sup>1</sup>

Christensen J., Soderland S., Bansal G., et al. Hierarchical summarization: Scaling up multi-document summarization

- ▶ *Christensen J., Soderland S., Bansal G., et al.* Hierarchical summarization: Scaling up multi-document summarization
- ▶ *Wei Y., Guo H., Wei J.-M., Su Z.* Revealing semantic structures of texts: multi-grained framework for automatic mind-map generation
- ▶ *Hu M., Guo H., Zhao S., Gao H., Su Z.* Efficient mind-Map generation via Sequence-to-Graph and reinforced graph refinement
- ▶ *Zhang Z., Hu M., Bai Y., Zhang Z.* Coreference graph guidance for mind-map generation
- ▶ *Guerrero J., Ramos P.* Mind mapping for reading and understanding scientific literature

## Постановка задачи: обычная суммаризация

- ▶ Пусть дан документ (или коллекция документов)  $\mathcal{D}$  — упорядоченный набор предложений, составленных из слов некоторого словаря  $V$ :

$$\mathcal{D} = (s_i)_{i=1}^{|\mathcal{D}|}, \quad \text{где } \forall i = 1, \dots, |\mathcal{D}| \quad s_i = (w_{ij})_{j=1}^{l_i}, \quad w_{ij} \in V,$$

а также референсная сводка этого документа  $\mathcal{S}^*$  и метрика качества  $\mathcal{I} : (\mathcal{S}, \mathcal{D}, \mathcal{S}^*) \rightarrow \mathbb{R}$ .

- ▶ Требуется найти отображение  $f^* : \mathcal{D} \rightarrow \mathcal{S}$ , максимизирующее данную метрику качества  $\mathcal{I}$ , где  $\mathcal{S} = (s'_i)_{i=1}^{|\mathcal{S}|}$  — краткая сводка (summary) документа, состоящая из некоторых новых предложений из слов словаря  $V$ :

$$f^* = \arg \max_f \mathcal{I}(f(\mathcal{D}), \mathcal{D}, \mathcal{S}^*).$$

## Постановка задачи: иерархическая суммаризация

- ▶ Пусть даны документ  $\mathcal{D}$  — упорядоченный набор предложений из слова словаря  $V$ , референсная карта  $\mathcal{M}^* = (\mathcal{S}^*, E^*)$  и метрика качества  $\mathcal{I} : (\mathcal{M}, \mathcal{D}, \mathcal{M}^*) \rightarrow \mathbb{R}$ .
- ▶ Требуется найти отображение  $f^* : \mathcal{D} \rightarrow \mathcal{M} = (\mathcal{S}, E)$ , максимизирующее данную метрику качества  $\mathcal{I}$ , где  $\mathcal{M}$  — древовидная **иерархическая карта** (*интеллект-карта, карта знаний, salient sentence-based mind map*<sup>2</sup>),  $\mathcal{S}$  — набор предложений, являющихся вершинами  $\mathcal{M}$  и составленных из слов словаря  $V$ ,  $E \in \mathcal{S}^2$  — направленные иерархические связи между предложениями из  $\mathcal{S}$ , то есть ребра направленного графа  $\mathcal{M}$ :

$$f^* = \arg \max_f \mathcal{I}(f(\mathcal{D}), \mathcal{D}, \mathcal{M}^*).$$

## Постановка задачи оптимизации промптинга

- ▶ Пусть дана выборка документов  $\mathbf{X}$ , языковая модель  $f$ , карта-стандарт  $\mathcal{M}^*$  для заданной цели создания карты и некоторая метрика качества  $\mathcal{I}$ . Пусть также задано множество возможных запросов  $\mathcal{Q}$ , таких что вывод модели для каждого  $(\mathcal{D}, Q) \in \mathbf{X} \times \mathcal{Q}$  соответствует требуемому формату, и содержащих формулировку цели, *общую для модели и экспертов - создателей  $\mathcal{M}^*$* .
- ▶ Требуется найти оптимальный запрос  $Q^* \in \mathcal{Q}$ , такой что вывод модели при входе  $(\mathcal{D}, Q^*)$  максимизирует метрику  $\mathcal{I}$  по выборке  $\mathbf{X}$ :

$$Q^* = \arg \max_{Q \in \mathcal{Q}} \frac{1}{|\mathbf{X}|} \sum_{\mathcal{D} \in \mathbf{X}} \mathcal{I}(f(\mathcal{D}, Q), \mathcal{D}, ).$$

- ▶ Для эффективного поиска оптимального запроса (*промптинга*) требуется также задать полное и неизбыточное множество запросов  $\mathcal{Q}$  и эффективную стратегию поиска оптимального запроса в  $\mathcal{Q}$ .

# Многокритериальное оценивание интеллект-карт

- ▶ *Этап 1.* Пусть мы имеем сгенерированную моделью по документу  $\mathcal{D}$  карту знаний  $\mathcal{M}$  и карту-стандарт  $\mathcal{M}^*$  по тому же документу, созданную экспертами.
- ▶ Требуется определить критерии  $\mathcal{I}_k : (\mathcal{M}, \mathcal{D}, \mathcal{M}^*) \rightarrow \mathbb{R}$  для автоматического оценивания интеллект-карт, отражающие интересующие нас аспекты качества генерации иерархического представления  $\mathcal{M}$  относительно исходного документа  $\mathcal{D}$  и карты-стандарта  $\mathcal{M}^*$ .
- ▶ Мера качества критерия — коэффициент корреляции с экспертной метрикой  $\mathcal{I}_k^*$  оценки соответствующего аспекта качества по некоторой выборке карт  $\mathbf{X}$ .
- ▶ Примеры реальных аспектов качества карты знаний:
  - ▶ *соответствие цели* генерации карты;
  - ▶ *полнота* карты относительно документа;
  - ▶ *непротиворечивость*;
  - ▶ *связность и неизбыточность*;
  - ▶ *логичность*.



# Многокритериальное оценивание интеллект-карт

- ▶ *Проблема:* количество экспертных карт и скорость их создания сильно ограничены, нужно научиться оценивать карты без стандартов.
- ▶ *Этап 2.* Пусть мы имеем только документ  $\mathcal{D}$  и сгенерированную по нему моделью карту знаний  $\mathcal{M}$ .
- ▶ Требуется определить критерии  $\mathcal{I}_k : (\mathcal{M}, \mathcal{D}) \rightarrow \mathbb{R}$ , отражающие качество генерации иерархического представления  $\mathcal{M}$  исходного документа  $\mathcal{D}$  самого по себе, без сравнения с другими картами.
- ▶ Мерой качества автоматического критерия, помимо степени скоррелированности с экспертными критериями, является также результат оценивания с помощью него экспертных карт  $\mathcal{M}^*$ , принимаемых за стандарт.

# Методы исследования

- ▶ Метод сбора данных — собственная работа и работа привлеченных экспертов по построению иерархических сводок научных статей.
- ▶ Метод агрегации экспертных мнений: проведение научных семинаров в формате обсуждения интеллект-карт по статьям с последующим построением общей карты. Пусть мы собрали  $N$  экспертов, тогда на выходе мы имеем по каждой обработанной статье  $N + 1$  карт, одна из которых является золотым стандартом для данной статьи.
- ▶ Метод отбора критериев: сбор на вышеупомянутых семинарах экспертных оценок аспектов качества сгенерированных искусственно интеллект-карт по рассматриваемым статьям, затем анализ корреляций экспертных оценок и значений автоматических критериев.

## Этапы эксперимента

- ▶ *Текущий этап:* отработка методологии построения интеллект-карт по научным статьям с привлечением экспертов для сбора тестовых данных и валидации метрик качества;
- ▶ Разработка и тестирование стратегий промптинга БЯМ для задачи иерархической суммаризации, максимизирующих выбранные метрики качества по полученным данным;
- ▶ Полномасштабное тестирование современных БЯМ на полученных данных при помощи выработанных стратегий промптинга и анализ результатов генерации.