

Децентрализованный алгоритм управления конвейерной системой с использованием методов мультиагентного обучения с подкреплением

Мухутдинов Дмитрий, группа М4239

Научный руководитель: Фильченков А. А., к.ф-м.н., доцент ФИТиП

Консультант: Вяткин В.В., д.т.н., профессор ФИТиП

Факультет Информационных Технологий и Программирования
Мегафакультет Трансляционных Информационных Технологий
Университет ИТМО, Санкт-Петербург

13 апреля 2019 г.

Применения:

- Промышленность
- Сортировка грузов
- Распределение багажа
- ...

Будем рассматривать случай с багажом.

- Статические стратегии управления¹
 - Разрабатываются под конкретную топологию системы
- Model predictive control (MPC)²³⁴
 - Решает глобальную оптимизационную задачу в форме LP/QP
 - Вся система контролируется централизованно
 - Не может обрабатывать изменения в системе, не заложенные в модель (поломки)
- Маршрутизация по аналогии с компьютерными сетями⁵
 - Децентрализованное вычисление, устойчивость к поломкам
 - Оптимизирует только скорость доставки чемоданов

¹De Neufville.

²Cataldo, Scattolini.

³Zeinaly, De Schutter, Hellendoorn.

⁴Luo, Huang, Zhang.

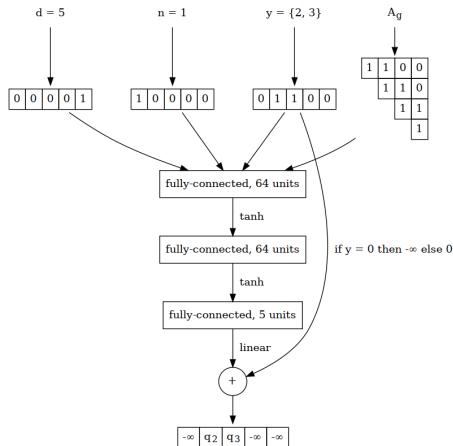
⁵Yan, Vyatkin.

Разработать алгоритм управления конвейерной системой со следующими свойствами:

- Децентрализованность
- Многокритериальная оптимизация (время доставки багажа + энергопотребление)
- Устойчивость к разнородным изменениям в условиях среды
 - Изменения характеристик багажного потока
 - Поломки конвейеров

Алгоритм DQN-routing⁶

- Объединяет link-state протокол с алгоритмом Q-routing
- Вход нейросети:
 - Номер текущего узла
 - Номер узла назначения
 - Узлы-соседи
 - Матрица смежности графа



⁶“Multi-agent deep learning for simultaneous optimization for time and energy in distributed routing system”.

- Плюсы

- Адаптация под изменения трафика
- Адаптация после поломок
- Оптимизация времени доставки и энергопотребления с заданным приоритетом

- Минусы

- Требуется предварительного обучения с учителем
- Размер входного слоя квадратично зависит от размера графа

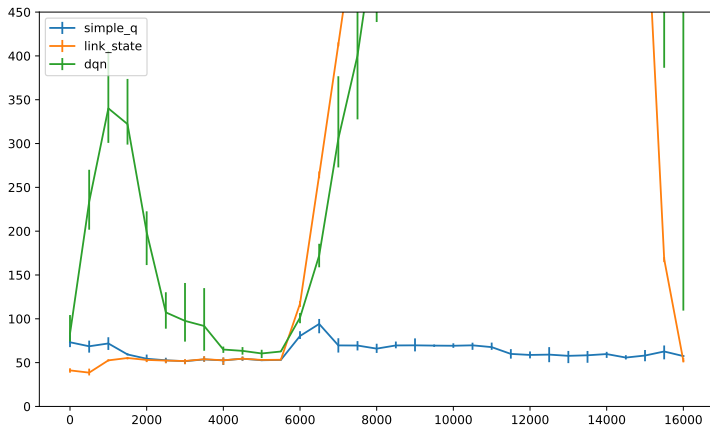
- Использование графовых эмбедингов
- Зональная маршрутизация
- Построение глобальной графовой нейронной сети (GG-NN)

Использование графовых эмбедингов: идея

- Вместо кодирования меток узлов унитарным кодом использовать их отображения в векторное пространство фиксированной размерности
- Отказ от подачи на вход матрицы смежности
 - Вместо этого пересчитывать эмбединги при изменении топологии
 - Эмбединги косвенно передадут информацию о топологии

Использование графовых эмбедингов: результаты

Алгоритм HOPE⁷ с использованием Katz index как метрики похожести.



:(

⁷“Asymmetric transitivity preserving graph embedding”.

Зональная маршрутизация: идея

- Ограничиваем рассматриваемый граф только узлами не далее k ребер от данного
- Если узел назначения находится вне текущей зоны — делаем запрос к узлам на границе зоны.

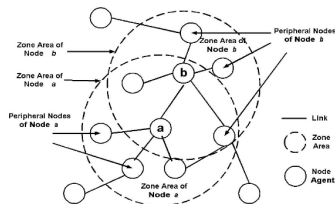
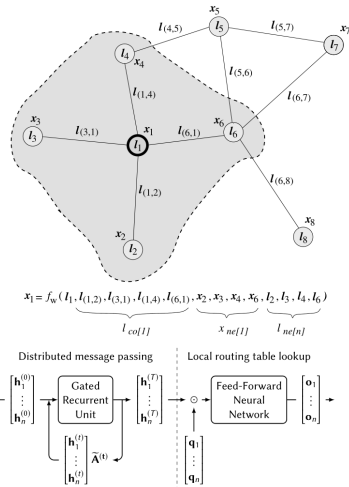


Figure 4. Zone boundary of node agent a and node agent b .

:shrug:

Глобальная графовая нейронная сеть: идея

- Рассматриваем весь граф с состояниями ребер и узлов как вход для графовой нейронной сети (GG-NN)
- Считается распределенно на физических узлах системы
- Промежуточные состояния и их градиенты передаются между узлами по сети
 - Применяется для компьютерных сетей с обучением с учителем⁸
 - Добавим обучение с подкреплением во время работы







⁸Geyer, Carle.





:shrug:

- :shrug:

- Проведение большего числа экспериментов на различных топологиях
- Динамическое управление скоростями конвейеров

Спасибо за внимание!

-  *De Neufville R.* — The baggage system at Denver: prospects and lessons. — // *Journal of Air Transport Management.* — 1994. — T. 1, № 4. — C. 229—236.
-  *Cataldo A., Scattolini R.* — Dynamic pallet routing in a manufacturing transport line with model predictive control. — // *IEEE Transactions on control systems technology.* — 2016. — T. 24, № 5. — C. 1812—1819.
-  *Zeinaly Y., De Schutter B., Hellendoorn H.* — An integrated model predictive scheme for baggage-handling systems: Routing, line balancing, and empty-cart management. — // *IEEE Transactions on control Systems technology.* — 2015. — T. 23, № 4. — C. 1536—1545.
-  *Luo J., Huang W., Zhang S.* — Energy cost optimal operation of belt conveyors using model predictive control methodology. — // *Journal of Cleaner Production.* — 2015. — T. 105. — C. 196—205.

-  *Yan J., Vyatkin V.* — Distributed Software Architecture Enabling Peer to Peer Communicating Controllers. — // *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. — 2013. — Vol. 9, no. 4. — P. 2200–2209.
-  Multi-agent deep learning for simultaneous optimization for time and energy in distributed routing system. /. — D. Mukhutdinov [и др.] // *Future Generation Computer Systems*. — 2019. — T. 94. — С. 587—600.
-  Asymmetric transitivity preserving graph embedding. /. — M. Ou [и др.] // *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*. — ACM. 2016. — С. 1105—1114.
-  *Geyer F., Carle G.* — Learning and generating distributed routing protocols using graph-based deep learning. — // *Proceedings of the 2018 Workshop on Big Data Analytics and Machine Learning for Data Communication Networks*. — ACM. 2018. — С. 40—45.