

## **АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ ПОИСКА МАРШРУТА ПУТЕШЕСТВИЯ НА ОСНОВЕ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

В условиях изменений в экономике и стремительного развития технологий появляются новые способы подготовки и организации путешествий. Самостоятельный туризм представляет собой все более массовое явление. Неотъемлемой частью самостоятельно туризма является планирование путешествий. В условиях ограниченного количества ресурсов (времени путешествия) и большого количества мест для посещения, целесообразным является разработка алгоритма для поиска маршрута путешествия на основе предпочтений пользователя.

Основными ограничениями постановки задачи построения оптимального маршрута путешествия являются ограничения, связанные с материальными или не материальными ресурсами, такими как:

- денежные ресурсы (ограниченный бюджет);
- временные ресурсы (ограниченное время путешествия и работы мероприятий);
- предпочтения пользователя по предполагаемым местам посещения;
- предпочтения пользователя по виду перемещения.

Таким образом, в алгоритме поиска маршрута путешествия можно выделить несколько шагов:

- определение предпочтений пользователя;
- фильтрация всех предпочтений пользователя с учетом временных и денежных ресурсов;
- нахождение оптимального маршрута с учетом ограничений, составление плана и расписания.

Для реализации последнего шага используется нейронная сеть, состоящая из 100 нейронов. При присвоении весов должна существовать гарантия, что нейросеть предоставляет решение, которое соответствует корректному туру. Становится ясно, почему присвоение весов является наиболее значительным для достижения хорошего решения при использовании машины Больцмана и сети Хопфилда. Хопфилд и Танк предложили один путь присвоения весов для машин Больцмана. Основной идеей является наложение штрафов на некорректные туры и в то же время минимизация длины тура. Подход Aarts дает возможность формально установить присвоения, связав с постав-

ленной задачей, тогда как многие другие подходы для присвоения весов являются эвристическими. Конечно, необязательно подразумевается, что результирующий алгоритм работает хорошо, поэтому Aarts предлагает несколько модификаций, предназначенные для улучшения производительности больших задач.

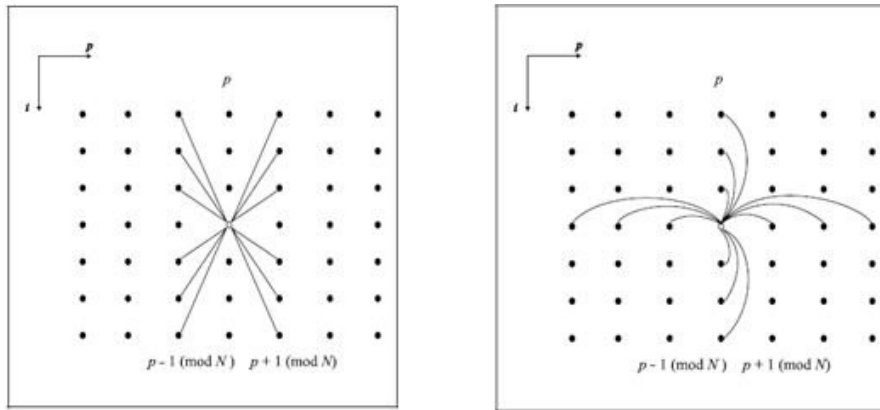


Рисунок 1 – Соединения, сделанные к каждому узлу сети

Они разделены на два типа. Соединения расстояний, для которых веса выбраны таким образом, что, если сеть находится в состоянии, которое соответствует туру, эти веса будут отражать стоимость энергии соединения  $(p-1)$  места тура с  $p$  местом, а  $p$  – место с местом  $(p+1)$ .

На рисунке изображены соединения расстояний. У каждого узла  $(i, p)$  есть запрещающие связи к двум смежным колонкам, чьи веса отражают стоимость соединения трёх мест.

Рисунок отображает исключаяющие соединения. У каждого узла  $(i, p)$  есть запрещающие связи ко всем элементам в том же ряду и колонке. Исключаяющие соединения запрещаю двум элементам находиться в одном и том же ряду или колонке в одно и то же время. Исключаяющие соединения позволяет сети установиться в состояние соответствующем состоянию тура.

Так как все соединения до настоящего времени запрещающие, мы должны предоставить сети некоторый стимул для включения элементов, при помощи манипулирования порогами.

Тогда функционирование сети выглядит следующим образом:

- рассчитываются веса, с учетом поставленной задачи, по алгоритму описанному выше;
- подается на вход сигнал;
- производится активация нейронов по алгоритму обучения Больцмана, за исключением того, что веса остаются всегда одинаковыми;

– повторяются действия 2 и 3 до тех пор, пока энергия не попадет в глобальный минимум (т.е. в течении  $n$  вычислений не изменяет свое состояние).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Pete Warden. Building Mobile Applications with TensorFlow. // USA: O'Reilly Media – 2017 – P. 5–63
2. Do Dinh Duc. Building Real Time Object Detection iOS Application Using Machine Learning // Metropolia University of Applied Sciences // USA: Metropolia – 2018 – P. 4–25