

f-006.001 Автоматическая диспетчеризация (планирование)

Описание и приоритет

Функция необходима для автоматического формирования и назначения нарядов выездным сотрудникам.

Функция позволяет сократить время работы диспетчеров и спланировать оптимальное расписание работы выездных сотрудников по запросам на работы.

Условия возникновения

Функцию формирования расписания запускает пользователь Диспетчер.

Функция назначения нарядов на выездных сотрудников запускается автоматически, когда у выездного сотрудника назначено меньше двух нарядов.

Функциональные требования

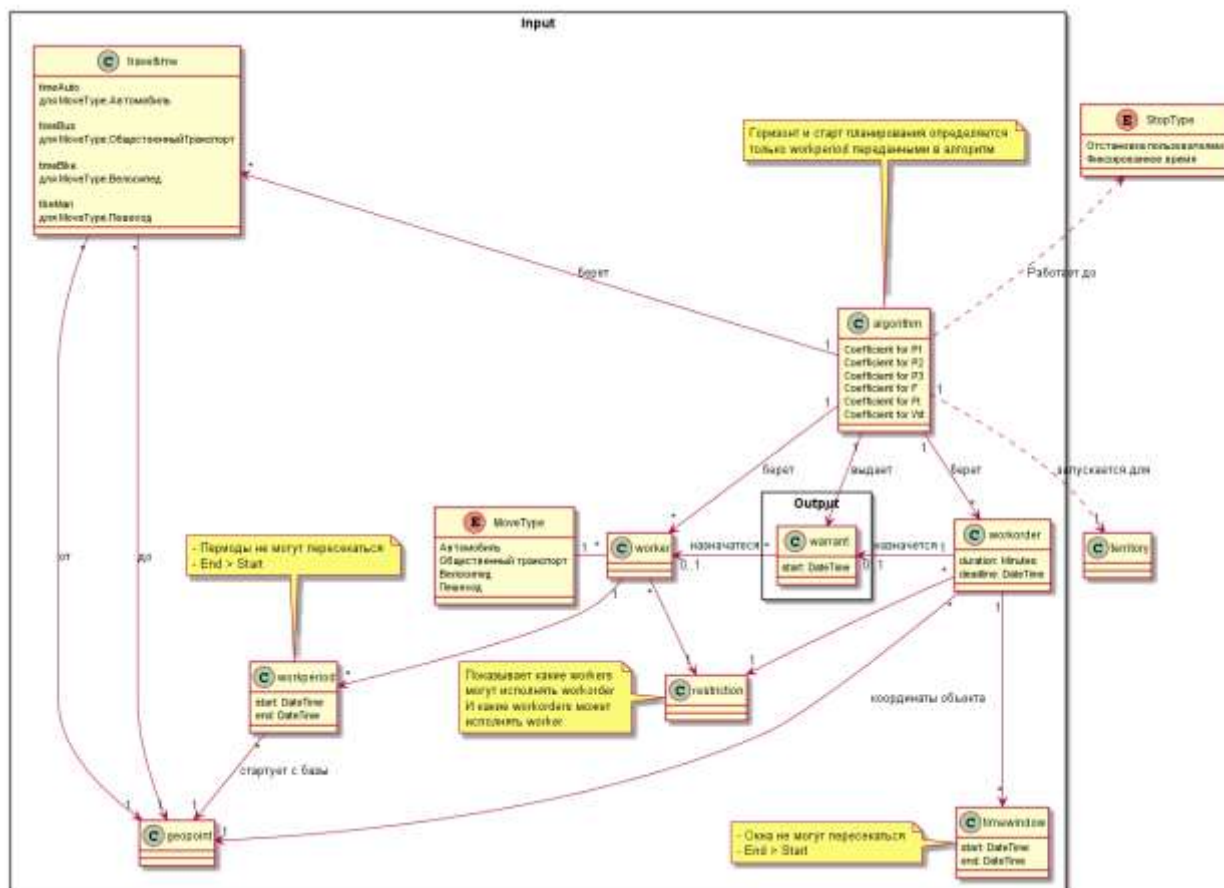
- Имеется возможность задать Базу для каждой бригады, ее адрес и координаты.
- Имеется возможность задать один из способов передвижения для бригады: Автомобиль; Общественный транспорт; Велосипед; Пешеход.
- При расчете временной матрицы между имеющимися в системе точками (Объекты обслуживания; Базы бригад) необходимо добавлять соответствующий коэффициент, если точки находятся в разных городах.
- Имеется возможность учета сервисных окон по каждому объекту обслуживания
- Имеется возможность указать среднее время в пути для каждой территории обслуживания. Данные необходимы для того, чтобы учитывать запас времени перед фиксированным (назначенным диспетчером) нарядом.
- Алгоритм минимизирует количество просроченных запросов на работы по показателям SLA.
- Имеется возможность указать, какой из показателей SLA является deadline, в разрезе каждого соглашения об уровне услуг.
- Имеется возможность запустить алгоритм планирования расписания и автоматического назначения.
- Имеется возможность указать длительность работы алгоритма.
- Имеется возможность остановить принудительно работу алгоритма, до момента его планового завершения.
- Имеется возможность выбрать территорию обслуживания для работы алгоритма (не выше типа Субъект).
- Имеется возможность запустить работу алгоритма по нескольким территориям параллельно.
- Имеется возможность указывать у бригады возможность использовать ее в автоматическом планировании.
- Функция проверяет количество назначенных нарядов у бригады в диапазоне 24 часа, и при наличии нарядов, в статусе Новый, в сформированном алгоритме расписании назначает ему дополнительно автоматически. Максимальное количество назначенных нарядов у бригады в диапазоне 24 часа – 2.
- Имеется возможность просмотреть, как был создан Наряд: Диспетчером или алгоритмом.
- Имеется возможность посмотреть на отдельном интерфейсе входные и выходные данные каждого запущенного алгоритма: Запросы на работы и Бригады на входе, и спланированные Наряды и Запросы на работы, которые не удалось поместить в расписание.

Ограничения

- Для учета отпусков, больничных и пропусков по работе бригады, необходимо указывать нерабочие дни в графике работы бригады.
- Для учета дежурств бригады, необходимо указывать соответствующие дни в ее графике работы.
- Алгоритм не перемещает уже назначенные бригадам наряды.
- Алгоритм считает, что после каждого промежутка в графике работы бригады он начинает свой маршрут с базы.
- Не имеется возможности назначать наряды или подряды на задачи Запросов на работы, которые попали в алгоритм, до тех пор, пока он не остановится.
- Алгоритм не учитывает рабочие статусы сотрудников.

Описание Алгоритма

- Длительность работы алгоритма зависит от заданной длительности, или может быть остановлена пользователем в любой момент времени. Остановить работу алгоритма, может только тот пользователь, который ее запустил.
- Перед запуском Алгоритма пользователь должен определить на какой Территории обслуживания запускается алгоритм. Тип территории обслуживания – не может быть выше субъекта.
- Работа алгоритма видна всем пользователям.
- Алгоритм распределяет наряды по двум ближайшим календарным дням до конца рабочего времени бригады.
- Алгоритм учитывает компетенции бригады в подборе на выполнение задач по Запросу на работы.



Входные данные алгоритма:

- Значение коэффициента P1 для целевой функции – длительность простоя от начала workperiod до первого Наряда бригады.
- Значение коэффициента P2 для целевой функции – длительность простоя между Нарядами (Warrant) бригады.
- Значение коэффициента P3 для целевой функции – длительность простоя после последнего Наряда бригады до конца его workperiod (рабочего времени).
- Значение коэффициента P4 для целевой функции – простой на весь workPeriod бригады.
- Значение коэффициента F для целевой функции – Количество просроченных ЗНР, по итогу работы алгоритма.
- Значение коэффициента Ft для целевой функции – Количество просроченного времени по всем ЗНР, по итогу работы алгоритма
- Значение коэффициента Wt для целевой функции – длительность потраченного времени на дорогу по наряду, по итогу работы алгоритма.
- Сервисные окна (TimeWindow) по ЗНР: Начало и Конец.
WorkOrder.TimeWindow.Start
WorkOrder.TimeWindow.End
- Время в пути между всеми geopoint, в разрезе каждого вида транспорта
TravelTime.TimeAuto
TravelTime.TimeBus
TravelTime.TimeBike
TravelTime.TimeMan
- Геоточка по объекту обслуживания Запроса на работы И Геоточка базы бригады в определенный workPeriod
WorkOrder.GeoPoint
Worker.WorkPeriod.GeoPoint
- Способ передвижения бригады
Worker.MoveType
- Свободное время бригады, на которое возможно назначить Наряд
Worker.WorkPeriod.Start
Worker.WorkPeriod.End
- Длительность запроса на работы
WorkOrder.Duration
- Крайний срок выполнения запроса на работы
WorkOrder.DeadLine
- Ограничения по выполнению определенного Запроса на работу конкретной бригадой
WorkOrder.Restriction
Worker.Restriction

Помимо входных данных до начала работы алгоритма необходимо определить Территорию обслуживания (Territory)

Выходные данные алгоритма:

- Сущность Warrant, с ссылками на workorder и worker и DateTime

Ограничения:

1. $WorkOrder.TimeWindow.Start \leq Warrant.Start \leq WorkOrder.TimeWindow.End$ И $WorkOrder.TimeWindow.Start \leq Warrant.Start + WorkOrder.Duration \leq$

WorkOrder.TimeWindow.End

Наряд по запросу на работы не может начаться И закончиться вне TimeWindow этого ЗНР

2. Worker.WorkPeriod.Start <= Warrant.Start <= Worker.WorkPeriod.End И
Worker.WorkPeriod.Start <= Warrant.Start + WorkOrder.Duration <= Worker.WorkPeriod.End
Наряд не может начаться И закончиться вне WorkPeriod бригады
3. В начале workperiod бригада (Worker) находится на соответствующей базе (GeoPoint), и не имеет значение как она туда попала.
4. Запланированные алгоритмом наряды (Warrant) не могут пересекаться.
5. Считается, что после выполнения наряда бригада (Worker) находится на месте выполнения Наряда (Warrant.GeoPoint) в пределах WorkPeriod.
6. Время на возвращение бригады (Worker) после последнего наряда не учитывается в рамках одного WorkPeriod.
7. На Запросы на работы (WorkOrder) подбираются только те бригады (Worker), которые не нарушают Restriction (пока это только компетенции).

Целевая функция:

$$\sum P_1 + \sum P_2 + \sum P_3 + \sum P_4 + \sum F + \sum Ft + \sum W_t \rightarrow \min,$$

Где F – Это просроченный запрос на работы

Просроченные запросы на работы определяются по формуле:

- Для WorkOrder, по которому сформирован Warrant

$$Warrant.Start + WorkOrder.Duration \geq WorkOrder.DeadLine$$

- Для WorkOrder, по которому не сформирован Warrant

$$WorkOrder.DeadLine - WorkOrder.Duration \leq H,$$

Где H – это горизонт планирования и $H = \max(\forall WorkPeriod.End)$.

Ft – длительность просроченного запроса на работы

Длительность просрочки запроса на работы определяются на формуле:

- Для WorkOrder, по которому сформирован Warrant

$$F_t = \max(warrant.Start + WorkOrder.Duration - WorkOrder.DeadLine, 0)$$

- Для WorkOrder, по которому не сформирован Warrant

$$F_t = \max(H - (WorkOrder.DeadLine - WorkOrder.Duration), 0)$$

Описание сервиса расчета времени перемещений между точками

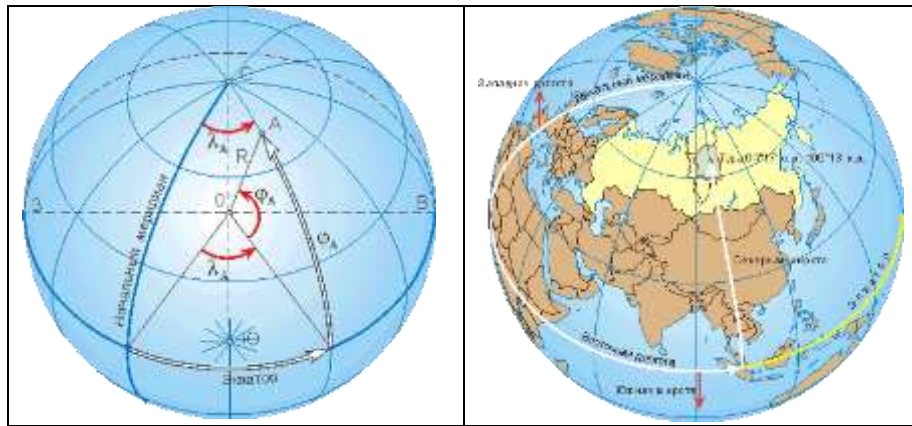
Кратчайшее расстояние между двумя точками на земной поверхности (если принять ее за сферу) определяется зависимостью:

$$d = \cos(\varphi_A) * \sin(\varphi_B) + \cos(\varphi_A) * \cos(\varphi_B) * \cos(\lambda_A - \lambda_B),$$

где φ_A и φ_B — широты;

λ_A, λ_B — долготы данных пунктов;

d — расстояние между пунктами, измеряемое в радианах длиной дуги большого круга земного шара.



Расстояние между пунктами (L), измеряемое в километрах, определяется по формуле:

$$L = d * R,$$

где $R = 6371$ км — средний радиус земного шара.

При рассмотрении Манхэттенского расстояния принимаем его равным сумме двух катетов равнобедренного прямоугольного треугольника (проекция кратчайшего расстояния на оси координат). Тогда, Манхэттенское расстояние (M) между парой точек равно:

$$M = 2 \frac{L}{\sqrt{2}}$$

Матрица времен (T), состоит из времён перемещения между каждой парой точек выбранным способом (тип транспорта).

Каждый элемент матрицы характеризует время перемещения между точками $A_i B_j$, обозначим его $t_{A_i B_j}$, рассчитывается по формуле:

$$t_{A_i B_j} = \left\{ \frac{M}{v_k} * g \right\};$$

где:

v_k - скорость k -го способа перемещения;

g - коэффициент увеличения средней скорости выбранного способа перемещения при перемещениях между точками в разных населённых пунктах, если точки находятся в одном населённом пункте, то коэффициент равен 1.

Шаги реализации

1. Подготовка конфигуратора 1С. Реализация дополнительных функций и добавление атрибутов. Реализация интерфейса отображающего итоги работы алгоритма.
2. Заполнение новых полей актуальными данными. (ICL)
3. Реализация сервиса расчета времени перемещений между точками с быстрым протоколом доступа.
4. Gateway для взаимодействия со внешним миром (Ignite)
5. Доставка данных (выходных/входных). JSON / Protobuf.
6. Создание модели данных для алгоритма.
7. Реализация механизма для расчета целевой функции
8. Реализация жадного алгоритма, заключающегося в принятии локально оптимальных решений на каждом этапе.

9. Бенчмарк результатов и анализ соответствия ограничениям
10. Адаптация алгоритма Simulated annealing для решения задачи комбинаторной оптимизации в рассматриваемой предметной области.