

# Оптимизация итерационного алгоритма диспетчерского управления

Силивонец М.В.; Никонов В.Н.

Кафедра систем управления

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

**Аннотация**—Рассмотрены и проанализированы критерии пошаговой оптимизации, оказывающие влияние на результаты работы итерационного алгоритма диспетчерского управления.

**Ключевые слова:** оптимизация; итерационный алгоритм управления; диспетчерское управление;

## I. ВВЕДЕНИЕ

Цель работы системы управления группой лифтов в таком распределении запросов на обслуживание между лифтами группы с учётом уже имеющихся внутренних заданий, чтобы минимизировать время обработки запросов. В этом случае система группового управления должна обеспечивать принятие решений о текущих действиях всех лифтов, направленных на достижение групповой цели, в реальном масштабе времени. Однако размерность такой задачи может быть столь велика, что её решение в реальном масштабе времени не представляется возможной.

В работе [1] был предложен иной подход к подобной проблеме комбинаторного распределения целей, основывающийся на итерационном алгоритме управления. Суть данного алгоритма заключается в последовательном выборе каждым объектом, входящим в группу, такой цели, которая давала бы экстремальное приращение целевого функционала при фиксированном выборе всех остальных объектов группы. Итерационный процесс оптимизации продолжается до тех пор, пока в двух последовательных циклах итерации значение целевого функционала не изменяется.

В отличие от методов решения этой задачи, основывающихся на полном переборе вариантов, данный подход позволяет существенно уменьшить число анализируемых вариантов, поскольку каждый лифт группы принимает решение только о своих действиях, не пытаясь при этом решать задачу оптимизации действий всех лифтов группы.

Разумеется, такое существенное сокращение анализируемого числа вариантов достигается за счёт отказа о гарантии получения глобального оптимума, и достижения некоторого локального оптимума целевой функции. Однако следует отметить, что из-за быстрого и непредсказуемого заранее изменения ситуации, как например появление новых вызовов, и неизвестного заранее точного времени посадки пассажиров по уже имеющимся вызовам, глобальный оптимум может потерять актуальность. В таких

условиях имеет смысл, как можно чаще искать рациональный оптимум, что и обеспечивает предложенный итерационный алгоритм.

## II. ВЫБОР КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ

Значительное влияние на результаты работы итерационного алгоритма оказывает подбор критериев пошаговой оптимизации. Определение критериев оптимизации производилось, исходя из следующих соображений.

1. Оптимизация по общему времени выполнения всех вызовов лифтами, т.е. перестановка вызовов между 2-мя лифтами на текущем шаге итерации осуществляется лишь в том случае, если такая перестановка улучшает общее время выполнения всех вызовов всей группой лифтов. Однако при оценке времени обслуживания вызовов используется ряд усреднённых значений, которые на практике могут отличаться от расчётных (например: время посадки пассажиров в лифт). В результате глобальный прогноз о времени выполнения всех вызовов имеет ряд погрешностей, которые могут влиять на результат работы алгоритма. Имеет смысл рассмотреть перестановки на шаге итерации для менее масштабного прогнозирования ситуации:

- перестановка вызовов, которая обеспечивает максимальную разницу между сокращением времени выполнения вызовов первого лифта и увеличением времени выполнения вызовов второго лифта;
- перестановка вызовов, которая обеспечивает максимальное уменьшение времени выполнения одного из вызовов;
- перестановка вызовов, которая обеспечивает минимальное время выполнения одного из вызовов.

2. В приведенных выше итерационных алгоритмах лифты, для которых рассматривалась возможность забрать вызов для передачи менее загруженному лифту, брались из списка лифтов последовательно.

Однако имеет смысл проверить предположение, что итерационный процесс поиска локального оптимума может сходиться быстрее, если на каждом шаге итерации сортировать список лифтов по времени выполнения вызовов и рассматривать передачу вызовов начиная от наиболее загруженных лифтов к наименее загруженным.

При моделировании были рассмотрены 6 вариантов итерационного алгоритма, образованные 3-мя видами условий перестановки в версиях с сортировкой лифтов и без сортировки. Для

смешанного потока и потока вниз были получены следующие результаты:

1. Оптимизация по общему времени работы группы без сортировки и с сортировкой показали близкие результаты. В остальных случаях алгоритмы с сортировкой показывали значительное превосходство над вариантами без сортировки.

2. Оптимизация конкретного вызова с сортировкой по времени выполнения значительно превзошла остальные варианты оптимизаций.

3. Оптимизация по максимальному изменению времени работы лифта с сортировкой является наиболее эффективной с точки зрения рациональности расхода электроэнергии. Близкие результаты показал алгоритм оптимизации по общему времени работы группы.

В результате измерений были выбраны два варианта итерационного алгоритма:

- оптимизацию по времени конкретного вызова (в дальнейшем итерационный алгоритм, оптимизированный по производительности);

- оптимизацию по максимальному изменению времени работы лифта с сортировкой (в дальнейшем итерационный алгоритм, оптимизированный по экономичности).

### III. ОПТИМИЗАЦИЯ ИТЕРАЦИОННОГО АЛГОРИТМА В РЕЖИМЕ ИНТЕНСИВНОГО ПОТОКА ВВЕРХ

Разница в производительности алгоритма максимального потока вверх и кольцевого алгоритма демонстрирует важность дополнительных оптимизаций для данного типа пассажиропотока, которые были рассмотрены в работе [4]. Рассмотрим два варианта оптимизаций:

- все свободные лифты отправляются на первый этаж для минимизации времени ожидания пребывающих в холл пассажиров;

- ближайший к первому этажу свободный лифт отправляется на первый этаж.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что оптимизация для режима максимального потока вверх значительно улучшает производительность группы лифтов в данном режиме. В результате сравнения вариантов оптимизации с отправкой всех, либо одного свободных лифтов вниз однозначный перевес в экономичности оказался на стороне варианта с отправкой одного лифта из соображений экономии электроэнергии.

Использование оптимизации для режима максимального потока вверх ухудшает показатели алгоритма в других режимах, особенно в режиме смешанного потока. Алгоритм не имеет информации о количестве ожидающих внизу пассажиров – при любом их количестве будет зарегистрирован лишь один вызов вверх с первого этажа. Для определения характера пассажиропотока были использованы следующие критерии:

- время, в течение которого вызов вверх активен в течение последних 5 минут, говорит об интенсивности потока вверх – при наличии постоянно пребывающих в холл пассажиров активный вызов вверх будет зарегистрирован групповым

контроллером большую часть рассматриваемого периода времени;

- доля зарегистрированных вызовов вверх с первого этажа в общем количестве зарегистрированных в течение последних пяти минут вызовов позволяет отделить интенсивный поток вверх от интенсивного смешанного потока.

Критерии включения оптимизации потока вверх были подобраны более строгими, чем критерии её отключения, во избежание слишком частого ложного переключения режима работы алгоритма при граничных значениях критериев.

### IV. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ

Для сравнения качественных показателей разработанных итерационных алгоритмов были взяты алгоритм приоритета вызова (описанный в [2]), алгоритм трёх переходов (как лучший из описанных в [3] стандартных алгоритмов) и кольцевой алгоритм (ввиду его широкой распространённости). Результаты прогонов для интенсивностей пассажиропотока 6, 8 и 10% в течение 10 минут от общего количества людей в здании показали, что итерационный алгоритм значительно превосходит стандартные алгоритмы по экономичности (6 – 25%) и данное превосходство увеличивается с ростом интенсивности пассажиропотока.

В режиме с низкой интенсивностью итерационный алгоритм, оптимизированный по экономичности, на 6% уступает алгоритму приоритета вызова по времени обслуживания пассажиров, однако расходует при этом на 25% меньше электроэнергии. Итерационные алгоритмы демонстрируют большую устойчивость к росту интенсивности пассажиропотока, чем стандартные алгоритмы и оба варианта итерационного алгоритмы выходят вперёд как по экономичности, так и по производительности. Итерационный алгоритм, оптимизированный по скорости, превосходит стандартные алгоритмы по производительности на 4-39%.

### V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оптимизация итерационного алгоритма диспетчерского управления позволяет улучшить показатели алгоритма по скорости обслуживания пассажиров и экономичности в сравнении с наиболее распространёнными алгоритмами диспетчерского управления.

[1] И.А.Каляев, Планирование коллективных действий при управлении группой роботов-лифтов. Искусственный интеллект. – 2001. – №3.

[2] А.В.Марков, В.Н.Никонов, В.П.Кузнецов, Оценка эффективности алгоритмов диспетчерского управления. Доклады БГУИР, Мн.: БГУИР, 2011.

[3] В.Н.Никонов, Синтез универсального алгоритма диспетчерского управления. Доклады БГУИР, Мн.: БГУИР, 2010, с. 91-99.

[4] В.Н.Никонов, М.В. Силивонец Оценка эффективности алгоритмов диспетчерского управления, 2012, [не опубликовано].