

Требуется, чтобы все методы итератора для отношения  $A_i$  имели временную сложность не более чем  $O(\log N)$ , где  $N = |A|$ . Более того, если  $m$  ключей посещены строго по возрастанию, сложность должна составлять  $O(1 + \log_2(N/m))$ , что легко достижимо с применением сбалансированных древовидных структур данных [2]. В случае, если все ключи были посещены по возрастанию, сложность составит  $O(1)$ .

Сам алгоритм скачкообразного слияния, тоже реализован как итератор для пересечения  $A_1 \cap \dots \cap A_k$ . Алгоритм использует массив итераторов для каждого из отношений. В ходе работы, алгоритм отслеживает наибольший и наименьший ключи всех итераторов и двигает итератор, стоящий в наименьшем ключе, к наибольшему ключу, пока все итераторы не будут позиционированы на одном ключе. Если все итераторы позиционированы на одном и том же ключе, значение ключа помещается в результирующее отношение.

Временная сложность алгоритма скачкообразного слияния зависит от размера наименьшего из отношений, т.к. именно наименьшее отношение будет способствовать быстрому продвижению итераторов. В отличие от алгоритма слияния, основанного на хешировании, алгоритм скачкообразного слияния может применяться для слияния больших списков. Существуют улучшения алгоритма, которые позволяют осуществлять слияние списков для любых конъюнктивных запросов и не ограничены унарными отношениями. Все подобные алгоритмы используют алгоритм скачкообразного слияния в качестве основного строительного блока.

Преимущества алгоритма:

- 1) в определённых ситуациях алгоритм скачкообразного слияния позволяет добиться лучших результатов по сравнению с алгоритмом попарного слияния;
- 2) Время исполнения пропорционально размеру наименьшего отношения;
- 3) алгоритм хорошо подходит для слияния больших отношений.

Недостатки алгоритма:

- 1) необходимость в предварительной сортировке отношений, накладные расходы на сортировку могут быть высокими;
- 2) требует больше памяти по сравнению с другими алгоритмами слияния.

Список использованных источников:

1. Chaudhuri, S. An overview of query optimization in relational systems / S. Chaudhuri. - In Proceedings of the 17th ACM SIGACT-SIGMOD-SIGART Symposium on Principles of Database Systems (PODS), 1998. - pages 34–43.
2. Abiteboul, S. Foundations of Databases / S. Abiteboul, R. Hull, V. Vianu. - Addison-Wesley, 1995.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BLUETOOTH-МАЯКОВ ДЛЯ НАВИГАЦИИ В ПОМЕЩЕНИЯХ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Соколов И.А.*

*Парамонов А.И. – канд. техн. наук, доцент*

Задача определения местоположения объектов в закрытых помещениях на сегодняшний день остается актуальной и востребованной. Это обусловлено спецификой современной архитектурой и ростом технологической оснащенности инфраструктуры помещений. Известные подходы с применением традиционных средств позиционирования, в том числе GPS, не дает удовлетворяющего результата либо недоступно. Одним из решений задачи определения местоположения в закрытых помещениях - использование маяков вместе с программным обеспечением (ПО).

iBeacon - это протокол, во основе которого лежит использование Bluetooth-маяков, относящихся к категории BLE (Bluetooth Low Energy) [1]. Маяк представляет собой простой передатчик, который с заданной периодичностью посылает сигнал с определенным в протоколе iBeacon данными. Устройство имеет размер в пределах 10 сантиметров, питание происходит от батареи.

Структура данных протокола представлена в стандартном описании, которое включает:

- а) Beaconprefix – префикс пакета данных, позволяет определить, что устройство относится к маякам;
- б) ProximityUUID – идентификатор группы маяков (16 байт). Идентификатор позволяет различать принадлежность маяков, работая с определенной группой маяков используется одинаковый идентификатор;
- в) Major – идентификатор подгруппы маяков (2 байта). Позволяет различать определенный набор маяков среди всех остальных, например: группа маяков в отделе музея;
- г) Minor – номер (2 байта), идентифицирующий маяков внутри подгруппы;
- д) TXPower – значение мощности сигнала между маяком и принимающим устройством (2 байта), на основании которого можно вычислить расстояние [2].

Сочетание рассмотренных параметров позволяет однозначно определить, какой маяк находится в зоне приема, а также расстояние до него.

На сегодняшний день рынок поставщиков оборудования (маяков) широко представлен, среди наиболее

известных можно выделить Kontakt и Estimote[3, 4]

Большинство маяков поставляются вместе с программными библиотеками для взаимодействия с различными устройствами.

Задачу определения местоположения объектов в помещениях можно описать следующим образом:

- 1) подготовка карты расположения маяков в пространстве для отображения на мобильном устройстве;
- 2) разработка ПО для взаимодействия мобильного устройства (например смартфон) с маяками;
- 3) установка взаимодействия мобильного устройства с маяками;
- 4) отображение результатов работы клиентского ПО на подготовленной карте.

Каждый из рассмотренных пунктов представляет собой отдельную научно-прикладную проблему.

В работе предлагается подход к решению вопроса разработки ПО для мобильного устройства. В качестве компьютерного эксперимента было разработано ПО под операционную систему iOS для взаимодействия с маяками компаний KontaktIO[3] и Estimote[4].

Алгоритм работы приложения заключается в определении трех ближайших маяков на основе структуры данных протокола сигнала маяка (рассмотрены выше), затем согласно карте определяются относительные координаты маяков и на основе этих координат методом триангуляции рассчитывается позиция мобильного устройства в пространстве.

Среди основных преимуществ использования iBeacon - маяков можно отметить:

- работа в закрытых помещениях, где недоступна глобальная навигация;
- социально-аналитические возможности (реклама, брендовое позиционирование и т.п.);
- отсутствие необходимости интернет соединения (канал связи Bluetooth);
- длительный срок эксплуатации (заряда батареи хватает на несколько месяцев)[2]

Однако следует отметить и проблемы при использовании iBeacon-маяков, основной из которых является динамичность (непостоянство) сигнала.

Проведенный компьютерный эксперимент показал, что использование технологии iBeacon дает возможность для построения эффективных систем навигации внутри помещений.

Список использованных источников:

1. Stephen Statler, Beacon Technologies: Guide to the Beaconsystem / Stephen Statler - San Diego, 2016, – P.10
2. Matthew S. Gast, Building Applications with iBeacon: Proximity and Location Services with Bluetooth Low Energy / O'Reilly Media Inc. Sebastopol 2015, - P.20 - 28.
3. Kontakt.io. [Electronic resource] - <https://kontakt.io/>. Date of access: - 30.03.2017.
4. Estimote. Developer Docs. [Electronic resource] - <http://developer.estimote.com/>. Date of access: - 30.03.2017.

## ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Трофимов В.Г.*

*Бахтизин В.В. – канд. техн. наук, доцент*

Внедрение инноваций в современную систему образования происходит медленно, хотя за последнее десятилетие была проведена большая работа в этом направлении.

Дополненная реальность, или AR (англ. augmented reality) - это серьезный прорыв в области информационных технологий, который позволит улучшить показатели усвоения учебного материала для учащихся. Был проведен ряд тестов и экспериментов, которые показывают эффективность ее использования. Суть экспериментов заключалась в следующем: одной группе детей был продемонстрирован учебный материал с использованием AR, а другой группе материал демонстрировался с помощью графиков и плакатов. Результаты эксперимента показали, что в группе с дополненной реальностью усвоение информации приблизилось к отметке в 90%, а так же возрос уровень дисциплины, что позволило сконцентрировать внимание у порядка 95% аудитории, в то время как в группе с бумажными носителями те же показатели были в двое или трое раз меньше. Эксперимент так же показал, что демонстрация трехмерных изображений помогает в развитии моторики, мимики, внимания, повышает степень усвоения и запоминания материала, стимулирует мышление и, что не менее важно - улучшает понимание информации.

Дополненная реальность позволяет учащимся управлять объектами изучения, перемещать их в пространстве, изменять масштаб, поворачивать - все это дает импульс для развития пространственного мышления, позволяет детально воспринимать изучаемый предмет, тем самым повышая уровень познания. Основным эффектом достигается за счет того, что оба основных вида информации, а именно аудиальная и визуальная, во время работы с AR, подаются синхронно и взаимодействуют с происходящим в реальности, что создает ощущение полного присутствия. Учащиеся могут увидеть музейные экспонаты, архитектурные объекты, географию реальных мест, а так же провести эксперименты по физике и химии, проведение которых в реальных условиях было бы невозможно.