

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

УДК 004.42

## РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Е. В. Трофименко\*, И. В. Хмелёва\*\*

\*Воронежский государственный университет

\*\*Кыргызско-Российский Славянский университет

Поступила в редакцию 10.02.2018 г.

**Аннотация.** Представленная работа описывает реализацию мобильного приложения на технологии дополненной реальности для отображения информации о культурно-развлекательных объектах города на основе GPS-координат мобильного устройства.

**Ключевые слова:** дополненная реальность, безмаркерная технология, GPS- координаты, системы координат, трекинг.

**Annotation.** The presented work describes the realization of the augmented reality in the mobile application for obtaining information about the cultural sites of the city based on the GPS coordinates of the mobile device.

**Keywords:** augmented reality, non-marking technology, GPS-coordinates, coordinate systems, tracking.

### ВВЕДЕНИЕ

Дополненная реальность (англ. *augmented reality*, AR) это технология наложения информации в форме текста, графики, аудио и других виртуальных объектов на реальные объекты в режиме реального времени [1]. Приложения с дополненной реальностью – это программные продукты, в которых физический мир дополнен цифровыми данными в реальном времени, при помощи мобильных компьютерных устройств, а также программного инструментария для работы с ним. Само изобретение дополненной реальности пришлось на 1960-е годы, однако переход к относительно массовому распространению приходится на вторую половину 90-х годов.

Сейчас AR-технология находится на стадии экспериментов, но широкое распространение среди обычных пользователей могут получить лишь отдельные приложения, в частности, навигационные. Хотя имеется

ряд полезных разработок для строительного мира, рекламы, торговли, музеев.

### ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

#### Постановка задачи

Понятие дополненная реальность включает в себя несколько аспектов.

1. Визуализация – разработка более совершенных интерфейсов пользователя для визуализации объектов реального мира.

2. Контекстные операции (триггеры) – вывод на экран информации об объекте в камере.

3. Визуальные указания (ассистирование) [2] – например, указание маршрута движения к объекту находящемуся в непосредственной близости от местонахождения пользователя мобильного устройства.

Основная сложность в реализации технологии дополненной реальности связана с трекингом. Трекинг – это сложный процесс, связанный с отслеживанием положения наблюдателя относительно окружающей обстановки [3].

При реализации дополненной реальности используют два главных принципа ее построения:

- на основе маркера;
- на основе координат местоположения пользователя.

Под маркером понимается объект, расположенный в окружающем пространстве, который находится и анализируется специальным программным обеспечением для последующей отрисовки виртуальных объектов. На основе информации о положении маркера в пространстве, программа может достаточно точно спроецировать на него виртуальный объект, от чего будет достигнут эффект его физического присутствия в окружающем пространстве.

Безмаркерные технологии зачастую применяются в мобильных устройствах, и строятся посредством специальных датчиков: акселерометра, гироскопа, магнетометра, GPS-приёмника.

В необходимый для создания дополненной реальности набор комплектующих входят устройства: процессор, дисплей, камера и электроника, определяющая положение, GPS и компас. Таким образом, практически идеальным гаджетом для массового распространения AR-технологий стал современный сенсорный смартфон. Мобильные устройства играют роль увеличительного стекла, глядя через которое на мир, мы получаем новые слои информации, данных и визуальных образов. Дополнительные информационные ресурсы можно привязать к своему местоположению, но еще лучше связать их с конкретными объектами, находящимися вокруг. В представленном приложении реализована возможность получения информации об объектах, находящихся в непосредственной близости от пользователя, причем, объекты отсортированы по категориям: кинотеатры, торговые комплексы, клубы, кафе и рестораны, музеи.

При разработке мобильного приложения необходимо решить следующие задачи:

1. Взаимодействие с датчиками мобильного устройства
  - а. Получение данных о местоположении пользователя

- б. Получение изображения с камеры
2. Доступ к картографическим ресурсам
    - а. Получение доступа к серверу
    - б. Разработка модуля быстрой обработки данных с сервера
  3. Обработка полученных координат заведений
  4. Графическое отображение обработанных данных

#### **Методы и средства решения задачи**

В качестве внешних ресурсов выступает набор данных получаемых через Google Places API (Application Programming Interface).

Для получения пользователем информации offline, используется временная загрузка последней информации в базу данных SQLite.

Для корректной визуализации объектов в трехмерном пространстве, необходим трекинг с шестью степенями свободы: три значения позиции ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) и три угла ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $h$  – поворот вокруг соответствующих осей) для определения ориентации. Для решения этой задачи применяются различные подходы. В представленной работе использован оптический трекинг, так как для его работы достаточно одной камеры без каких-либо специальных дополнительных внешних устройств и изображение, поступающее с камеры, которое используется как в качестве изображения объективной реальности, так и для обработки в целях трекинга. И в данном случае осуществляется отслеживание положения непосредственно камеры как наблюдателя.

В работе использован алгоритм определения GPS-координат пользователя, наложение их на координатную сетку карты города и поиск по полученным координатам ближайших объектов в выбранной категории.

Алгоритм определения местоположения пользователя сводится к преобразованию трекинга с шестью степенями свободы в привычную для использования геодезическую систему координат и состоит из трех этапов [4]:

1. Получение GPS-координат, эти данные получают с GPS-устройства мобильного аппарата.
2. Преобразование GPS-координат расположения мобильного телефона в геоцентри-

ческую прямоугольную систему координат (ECEF – Earth Centered, Earth Fixed) на карте города. Преобразование привычных географических координат в прямоугольные вызвано необходимостью переноса шарообразной поверхности планеты на плоскость карты, потому что удобнее искать положение точки в прямоугольных (прямолинейных) координатах. Этот вид исчисления называется проекцией Гаусса – Крюгера.

3. Преобразование ECEF – координат в геодезическую систему координат ENU (east, north, up) выполняется, потому что, человеку удобнее пользоваться двухмерными картами, несмотря на то, что окружающее человека пространство трехмерно.

Координаты пользователя рассчитываются по формулам:

$$\begin{aligned}
 dx &= \left( \frac{a}{X} + h \right) \cos\varphi d\lambda - \\
 &\quad - \left( \frac{a(1-e^2)}{X^3} + h \right) \sin\varphi d\varphi d\lambda + \\
 &\quad + \cos\varphi d\lambda dh \\
 dy &= \left( \frac{a(1-e^2)}{X^3} + h \right) d\varphi + \\
 &\quad + \frac{3}{2} a \cos\varphi \sin\varphi e^2 d\varphi^2 + dh d\varphi + \\
 &\quad + \frac{1}{2} \sin\varphi \cos\varphi \left( \frac{a}{X} + h \right) d\lambda^2 \\
 dz &= dh = \frac{1}{2} a \left( 1 - \frac{3}{2} e^2 \cos\varphi + \frac{1}{2} e^2 + \frac{h}{a} \right) d\varphi^2 - \\
 &\quad - \frac{1}{2} \left( \frac{a \cos^2\varphi}{X} - h \cos^2\varphi \right) d\lambda^2
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где  $X = \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}$

$\varphi$  – широта

$\lambda$  – долгота

$h$  – высота

$a$  – полуосновная ось Земли

$e^2$  – первый численный эксцентриситет

Земли.

В результате получаем координаты востока, севера и верха. В последующем эти данные применяются для определения ближайших

мест и отображения их в дополненную реальность.

Для получения эффекта дополненной реальности в работе было использовано изображение, поступающее с камеры устройства в реальном времени и графические метки, накладываемые поверх изображения. Вычисление местоположения и актуальность меток и вычисляет алгоритм, рассмотренный выше.

#### **Разработка концептуальной модели**

Для реализации программного продукта была разработана следующая диаграмма вариантов использования приложения (рис. 1).

Пользователь может выполнять следующие действия:

1. Выбор категории мест.
2. Просмотр расстояния до этого места.
3. Просмотр детальной информации по выбранному месту.
4. Смена режимов просмотра (дополненная реальность, карта, список).
5. Добавить избранные места.

#### **Разработка общей структуры программно-аппаратной системы**

На рис. 2 представлена физическая структура разрабатываемой системы.

- Package with model – содержит все Java классы, описывающие модели объектов системы
- Package with controllers – пакет с контроллерами, служащие для связи слоя Model со слоем View
- Library – пакет сторонних библиотек
- ViewPackage – пакет, в котором содержатся слои графического представления.

Для реализации заявленного функционала были разработаны следующие классы:

- LocationHelper – класс, в котором реализован алгоритм преобразования ENU координат в GPS координаты
- Places – класс, описывающий общую модель объекта «Место»
- ARPoint – класс, преобразующий объект «Место» в точку дополненной реальности
- ARCamera – класс, реализующий взаимодействие с камерой мобильного телефона и наложение маркеров на получаемое изображение

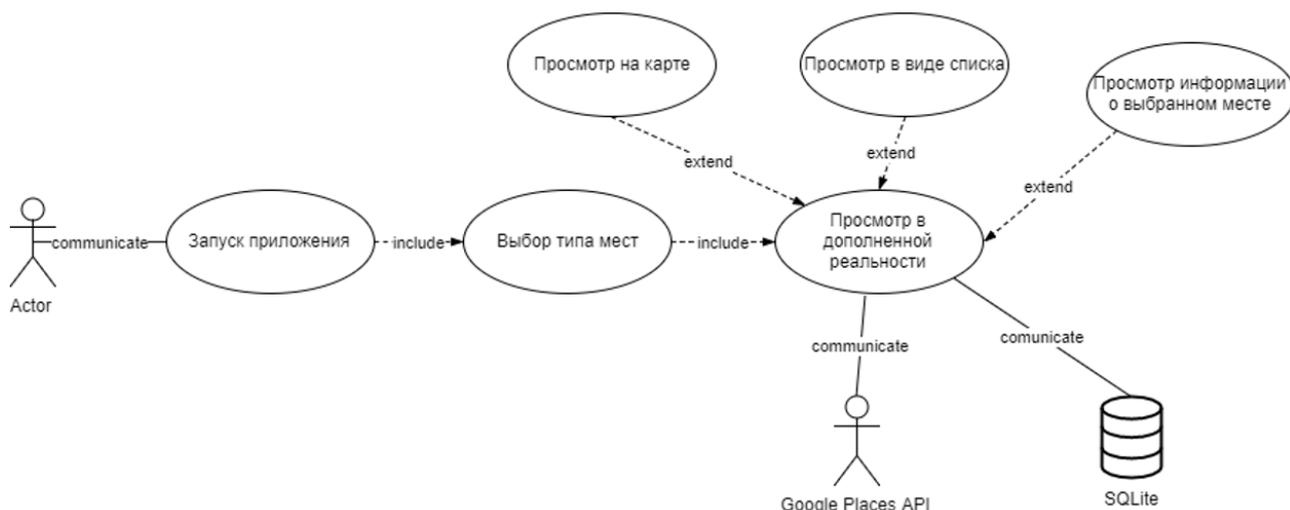


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования мобильного приложения

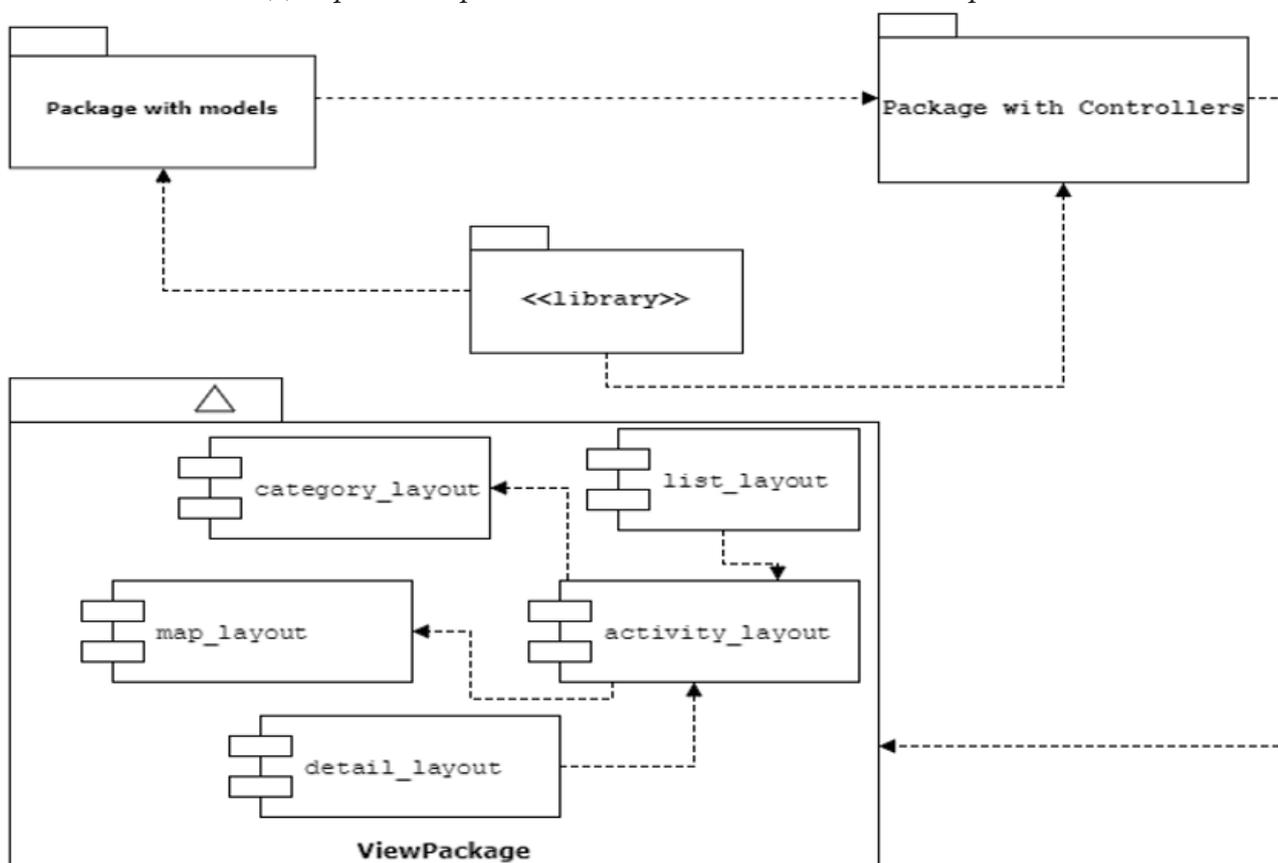


Рис. 2. Диаграмма компонентов

- AROverlayView – класс, получающий информацию в внешних ресурсах
- ARActivity – главный запускаемый класс.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

На рис. 3 приведен результат работы программы: отображение координат ближайших к пользователю кафе.

В левом верхнем углу картинки выводятся координаты широты и долготы, вычисленные по описанному выше алгоритму. В центре экрана находятся маркеры расположения ближайших кафе и указано расстояние от них до пользователя. В табл. 1 приведены этапы преобразования координат по описанному выше алгоритму.

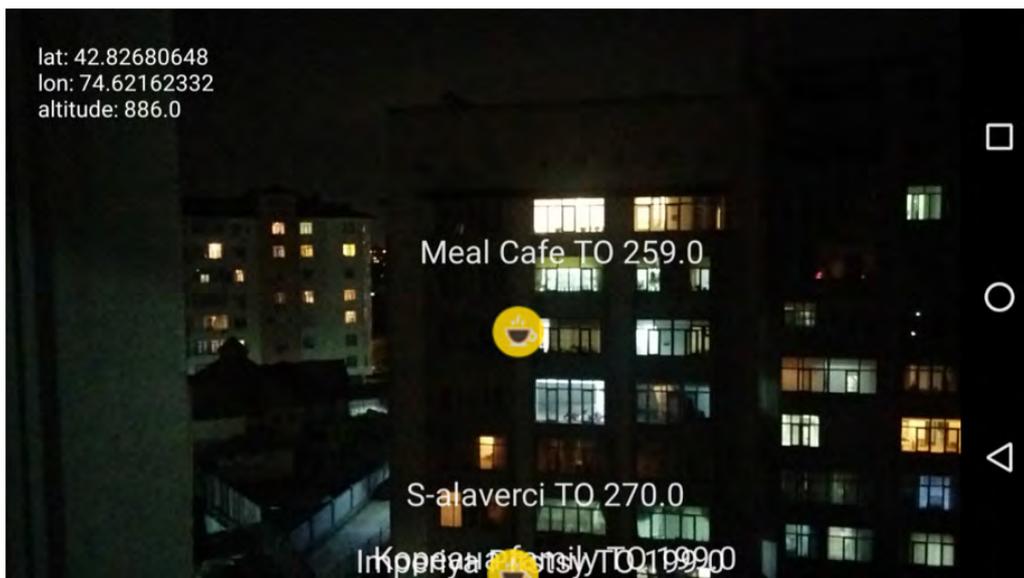


Рис. 3. Результат работы программы: вывод местоположения ближайших к пользователю кафе

Таблица 1

Результаты работы алгоритма по преобразованию GPS- координат в географические координаты

Преобразованные GPS-координаты в систему ECEF	Преобразование ECEF-координат в геодезическую систему координат ENU	Прямоугольная (географическая) система координат
X: 1242630.0	East: -88.95157	Долгота: 2.826810
Y: 4517931.5	North: -211.51804	Широта: 74.62140593
Z: 4314015.0	Up: 888.70776	

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы было разработано мобильное приложение-навигатор, реализованное на технологии дополненной реальности с возможностью получения информации об объектах (вывод контекстной информации), находящихся в непосредственной близости от пользователя, причем, объекты отсортированы по категориям: кинотеатры, торговые комплексы, клубы, кафе и рестораны, музеи. В будущем планируется реализация визуального указания, с прокладкой маршрута до выбранной точки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковлев Б. С. Классификация и перспективные направления использования технологии дополненной реальности / Б.С. Яковлев, С. И. Пустов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 3. – С. 484.
2. Feiner S. Knowledge-based augmented reality / S. Feiner, B. Macintyre, D. Seligmann // Communications of the ACM. – 1993. – Т. 36, № 7. – С. 53–62.
3. Zhou F. Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR / F. Zhou, H. B. L. Duh, M. Billinghurst // Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality. – IEEE Computer Society, 2008. – С. 193–202.
4. Drake S. P. Converting GPS Coordinates to Navigation Coordinates (ENU). – 2002.

**Трофименко Е. В.** – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры математического обеспечения ЭВМ, факультет прикладной математики, информатики и механики, Воронежский государственный университет.

Тел.: +7-951-864-45-15

E-mail: evtrof@gmail.com

**Trofimenko E. V.** – Candidate of Physics-math. Sciences, Associate professor the department of Mathematical Support of electronic computing machines, the Faculty of applied mathematics, information science, and mechanics, the Voronezh State University.

Tel.: +7-951-864-45-15

E-mail: evtrof@gmail.com

**Хмелева И. В.** – канд. техн. наук, доцент кафедры информационных и вычислительных технологий Кыргызско-Российский Славянский университет.

Тел.: 0556611789

E-mail: hmelevai@gmail.com

**Khmeleva I. V.** – Candidate of Technical Sciences, Department of Computing and Information Technology, the Faculty of Natural and Technical Sciences, Kyrgyz Russian Slavic University.

Tel.: 0556611789

E-mail: hmelevai@gmail.com