

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ АЛЛЕРГИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ НА ПЫЛЬЦУ ЦВЕТУЩИХ РАСТЕНИЙ

В.В. Евдокимов, К.А. Кошечкин

Первый Московский государственный медицинский университет
имени И.М. Сеченова

На сегодняшний день на каждом из двух крупнейших рынков мобильных приложений (Google Play и Apple App Store) доступно более 800 000 приложений, каждый из которых сообщает о примерно 40 миллиардах загрузок. При таком масштабе невозможно проанализировать каждое приложение на наличие вредоносных программ, прежде чем сделать их доступными для загрузки. Поставщики в основном полагаются на отзывы пользователей при удалении вредоносных программ со своих торговых площадок, поэтому удаление этих приложений может занять некоторое время. На практике пользователи должны быть очень осторожны при выборе приложений для установки. Кроме того, может быть сложно обнаружить вредоносное приложение после его установки, если только приложение не имеет заметных побочных эффектов. Чтобы исправить эту ситуацию, нужно предложить для выполнения мониторинга мобильных приложений во время выполнения по свойствам корректности поведения. Эти свойства определяют запрещенные и желательные взаимодействия между приложениями и ресурсами телефона в виде последовательностей событий. Необходимо реализовать прототип этого фреймворка для операционной системы Android.

Ключевые слова: *мобильные приложения, здравоохранение, пыльца растений, электронные технологии.*

Адрес для корреспонденции: *В.В. Евдокимов*

Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова
E-mail: konteenu@gmail.com

УДК 616.514-056.3

Введение. Хотя аллергия на пыльцу широко распространена в обществе, не очень часто используются приложения, которые предоставляют данные об уровне пыльцы из разных точек измерения, а также прогнозируют аллергию, которая может возникнуть у пользователя. В этом документе представлена система, адаптированная для мобильных устройств, которая простым способом отображает уровни пыльцы в испанском пригороде.

Аллергия на пыльцу. Аллергия на пыльцу — это заболевание, которым страдают 15% населения Испании [1] и до 30% молодого населения [2]. В настоящее время существует несколько приложений для мобильных терминалов, которые могут получать данные об уровне пыльцы в той или иной среде и прогнозировать аллергию. Однако можно найти похожие и более известные сервисы, например, предоставляющие информацию о погоде. Учитывая стремительный рост использования мобильных устройств, было бы очень интересно создать приложение, облегчающее доступ к информации об уровне пыльцы, а затем использовать эту информацию для прогнозирования аллергии. Приложение такого типа может объединять информацию, доступную в веб-репозиториях, с контекстной информацией, полученной с мобильного устройства. Информация о пыльце (историческая информация и информация, собранная на месте) может использоваться в сочетании с местоположением пользователя и состоянием здоровья для обнаружения и определения потенциальных типов аллергии на пыльцу.

Как упоминалось выше, в Испании есть несколько приложений, которые предоставляют информацию об уровне пыльцы. Эти приложения используют данные, предоставленные Испанским обществом аллергологов и клинической

иммунологии. Некоторыми из этих приложений являются Polen Control или AlertaPolen AlergoAlarm, каждое из которых предоставляет информацию о пыльце, хотя и не обнаруживает аллергии у пользователя. В этой работе показано приложение, разработанное для Android, которое обеспечивает быстрый и простой доступ к информации об уровнях пыльцы с мобильных устройств. Кроме того, мы представляем автоматический процесс обнаружения аллергии, который использует информацию, указанную пользователем о состоянии своего здоровья, и сочетает ее с местоположением и историческими данными о пыльце, чтобы прогнозировать аллергию на основе статистических тестов [3]. Выполнение алгоритма выполняется на удаленном сервере для снижения вычислительной нагрузки на мобильный терминал. Система использовала информацию об исторических уровнях пыльцы, доступную на портале открытых данных правительства Кастилии и Леона.

Область медицины предоставляет различные инструменты для прогнозирования заболевания в определенных областях [4], такие как выявление астмы, в котором авторы используют данные истории болезни детей в возрасте 1–3 лет для прогнозирования астмы [5]. В том же ряду есть API, используемый для прогнозирования детской и взрослой астмы [6] с использованием данных, собранных у пациентов в возрасте от 2 до 21 года. Многочисленные исследования [7] по выявлению аллергии на пыльцу указывают на влияние различных трав на состояние здоровья пациентов с еще большей степенью детализации, чем всего несколько лет назад [8].

Сегодня существуют приложения для мобильных устройств, которые визуализируют уровни пыльцы с помощью измерительных информационных центров. Напри-

В.В. Евдокимов, К.А. Кошечкин

мер, на рис. 1 показано приложение Pollen Alert, которое сообщает об уровне пыльцы в городах, где расположены измерительные центры. Данные периодически измеряются и предоставляются сетью центров, включая Комитет по аэробиологии Испанского общества аллергологов. Клиническая иммунология (SEAIС) также поддерживает это приложение.

Ниже приведены популярные подобные приложения в Испании:

1. Plum Air Report. iPhone rating: 4.6 stars. Android рейтинг: 4.2 stars. ...
2. Melbourne Pollen Count. iPhone рейтинг: 4.7 stars. Android рейтинг: 4.6 stars. ...
3. AirVisual Air Quality Forecast. iPhone рейтинг: 4.8 stars. Android рейтинг: 4.6 stars. ...
4. Air Quality – Air Care. iPhone рейтинг: 4.9 stars. Android рейтинг: 4.7 stars.

Приложение Pollen Alert предоставляет данные измерений с разных станций по всей Испании. Пользователи могут фильтровать эту информацию по нескольким критериям, таким как тип пыльцы (травы, оливки, солянка и т.д.), город или города и т.д. Кроме того, приложение позволяет устанавливать сигналы тревоги, чтобы предупредить пользователей, когда количество пыльцы в воздухе от определенного вида травы превышает заранее установленный уровень загрязнения.

Другие приложения, такие как Alergo Alarm, были разработаны SEAIС (Испанское общество аллергологии и клинической иммунологии) и Almirall (Испанская фармацевтическая компания). Эти приложения больше для врачей первичной медико-санитарной помощи. Они предоставляют ежедневную информацию об уровнях в стране и прогнозируют возможные уровни для оценки рисков аллергии.

Как и в предыдущем приложении, Alergo активирует сигналы тревоги на основе predetermined уровней. Приложение фильтрует информацию по типу травы и местоположению. Процесс фильтрации уменьшает информацию для отображения на мобильном телефоне.

В дополнение к Alarm Alergo Испанское общество аллергологов и клинической иммунологии и Almirall имеют другие приложения, такие как контроль пыльцы, который используется для мониторинга и диагностики аллергии, связанной с пыльцой окружающей среды, особенно у пациентов с сенной лихорадкой. Контроль пыльцы отслеживает прогрессирование симптомов у пользователя, что позволяет аллергологу пользователя получать информацию о взаимосвязи между уровнями пыльцы и их эволюцией. Кроме того, это приложение также предоставляет информацию о ежедневных уровнях пыльцы и прогнозирует их ожидаемую эволюцию.

Методы. Предлагаемая система также обрабатывает предоставленную пользователями информацию об их здоровье и использует исторические данные пыльцы для обнаружения и оценки аллергии. Система включает алгоритм, основанный на статистических тестах, для выявления аллергии.

Таким образом, разработанное приложение использует информацию, предоставленную Junta de Castille и León [9] о нынешнем и прошлом уровнях пыльцы. Текущие уровни пыльцы показаны на карте (для этого используется приложение Google maps). Это представление облегчает пользователю выбор ближайшей станции простым и интуитивно понятным способом. На рисунке 1а показан снимок экрана с информацией об уровне пыльцы. Красные круги представляют различные типы пыльцы, которые присутствуют со средним или высоким уровнем в областях, специально запрошен-

ных пользователем. Таким образом, пользователь может быстро и легко просмотреть количество соответствующих уровней в центрах измерений, близких к области наблюдения [10]. Предлагаемая система получает информацию из измерительных центров путем выбора одного из маркеров на карте. Затем подробная информация об этом центре отображается в диалоговом окне, которое представляет персонализированную информацию о пыльце в более конкретной области, представляющей средний или высокий уровень [11]. На рисунке 1b желтые и красные кружки обозначают средний и высокий уровень пыльцы соответственно [12]. Стрелка справа представляет прогноз уровня пыльцы (увеличивается, снижается или остается стабильным). Также можно использовать нечеткую логику [13, 14].

Прокрутка экрана вниз влево отображает второй экран. На рисунке 2 показаны различные виды пыльцы, доступные для фильтрации. При установке или снятии флажков пыльца будет появляться или исчезать на картах Google, показанных ранее.

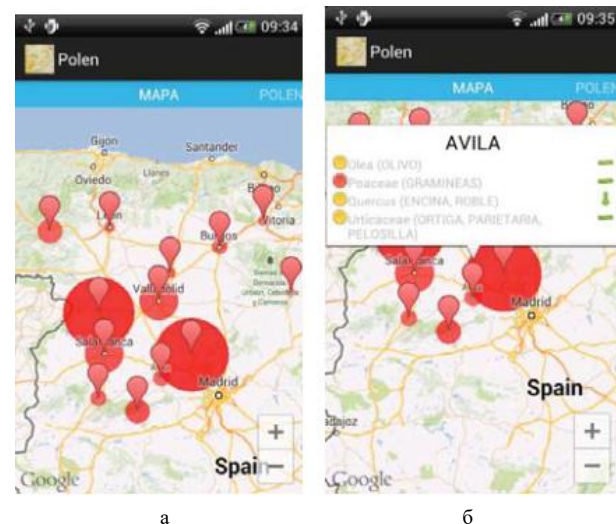


Рис. 1. а) Карты Google с уровнями пыльцы в разные сезоны. б) Уровни пыльцы для выбранной зоны (на примере Испании) (карта Испании, размер красных кругов характеризует количество пыльцы)



Рис. 2. Выбираемая пыльца в приложении (список, в котором можно выбрать отмечаемый на карте тип пыльцы)

Третий экран содержит три вкладки, хотя последняя отображает только справочную информацию, которая не имеет отношения к развитию нашего исследования [15]. Первая вкладка используется для добавления информации о состоянии здоровья пользователя [16]. Пользователь должен указать дату, состояние здоровья и место, связанное с измерением (один раз в неделю, поскольку это период обновления данных). На рисунке 3а показан снимок экрана с этой информацией. На рисунке 3б вторая вкладка содержит прогноз аллергии, который рассчитывается с использованием теста Фишера [17] в соответствии с состоянием здоровья пользователя и историческими значениями пыльцы. Пыльца расположена в соответствии с аллергией для каждого вида травы. Отображается состояние здоровья пользователя и уровень травы, что упрощает проверку и подтверждение результатов. Информация обрабатывается на удаленном сервере через REST-запрос. Таким образом, мобильный терминал не выполняет алгоритм, и уровень трафика снижается, поскольку вес файла исторических данных составляет 1,5 МБ. Файл текущего уровня занимает всего около 25 КБ, поэтому трафик очень мал.

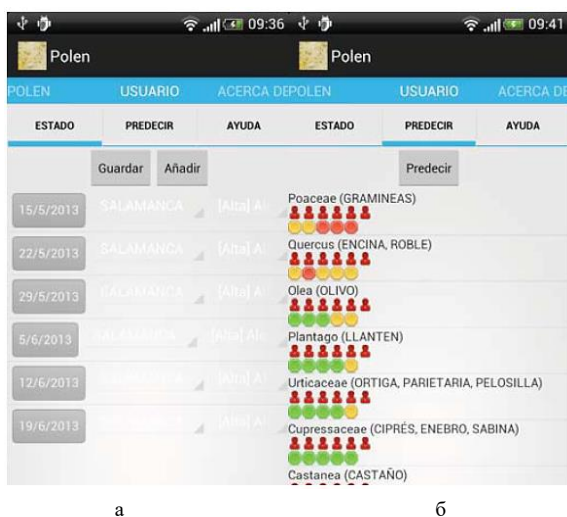


Рис. 3. а) Состояние пользователя. б) Предсказания (список пользователей и характеристика их состояния на момент пребывания в зоне покрытия пыльцы)

Результаты. В этом разделе нужно показать демонстрацию системы прогнозирования. Пользователь указывает дату проведения измерений, состояние своего здоровья и местонахождение; в соответствии с этой информацией система прогнозирует типы трав, на которые у пользователя может быть аллергия.

Кроме того, как видно на рис. 4а, пользователь вводит данные о своем состоянии здоровья, местоположении и дате. Значения местоположения и даты не устанавливаются автоматически [18], поскольку пользователь может ввести предданные значения. Место вводится согласно рисунку 4б.

На рисунке 5а показано состояние здоровья пользователя на эту дату. Существует три уровня интенсивности с этими возможными значениями: нет аллергии, средняя аллергия или высокая аллергия. Первый вариант удалит измерения. После ввода этих данных пользователь нажимает кнопку «Предсказать» и отправляет данные на сервер, который, в свою очередь, рассчитывает аллергию и возвращает результаты пользователю.



Рис. 4. а) Выбор даты измерения; б) выбор места измерения (список, в котором выбирается, где и когда именно аллергик взаимодействовал с пыльцой)

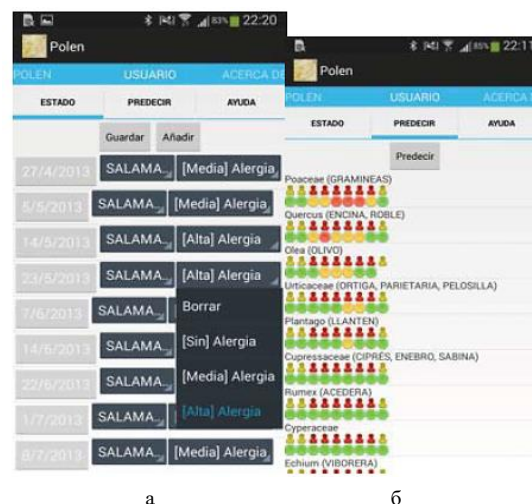


Рис. 5. а) Вводный уровень аллергии; б) расчетные результаты (предсказание об уровне пыльцы на том или ином участке)

Затем пользователь может посмотреть результаты на мобильном телефоне. Типы трав сортируются в соответствии с их релевантностью [19], как показано на рис. 5б. На этом рисунке видны разные виды травы. Для каждого из них у нас есть история состояния здоровья пользователя (зеленый для нулевого уровня аллергии, оранжевый для среднего и красный для высокого уровня) и история травы, представленная в виде кружков. Согласно информации у пользователя, вероятно, аллергия на Poaceae и, возможно, Quercus.

Обсуждение. Итак, представленная система обеспечивает быстрый и удобный доступ с мобильных устройств к информации об уровне пыльцы. Представление на основе карт Google позволяет отслеживать уровень всех зон в глобальном масштабе, позволяя пользователю получать подробную информацию о конкретном регионе. Кроме того, пользователь может обнаружить возможную аллергию, используя исторические данные.

Приложение состоит из двух разных частей: мобильной и серверной. Мобильное приложение разработано для And-

roid. Сервер также был разработан с использованием веб-служб Java REST (Representational State Transfer) и JSON (JavaScript Object Notation) для отправки информации. Программное обеспечение доступно в магазине игр Android, приложение бесплатное и не содержит рекламы. Его можно загрузить, выполнив поиск по названию «APCYL: Alergia al polen CyL».

Сравнение. С марта 2015 г. в Российской Федерации существует краудсорсинговый сервис, аналогичный ранее описываемым Pollen Allert или Allergo — Пыльца Club. Это приложение существует на основе добровольного финансирования его участниками и взаимодействует с ними на территории Москвы и Московской области. Оно также использует данные пылевых уловителей, регулируемых личными показаниями пользователей о своем самочувствии (было собрано более 250 000 отзывов). Приложение существует на базе Android (IoS). К сожалению, в результате вспышки коронавирусной инфекции развитие приложения было приостановлено в 2020 г. и на данный момент оно не пользуется прежней популярностью, хотя отзывы продолжают поступать, они включают также и рекламу (в т.ч. саморекламу) врачей-аллергологов.

Заключение. Подводя итоги, понимание тенденций переносимых по воздуху пылевых аллергенов имеет большое значение для высокой распространенности и социально-экономических последствий респираторных заболеваний, связанных с пылью, в глобальном масштабе. Преследуя эту цель, аэропалинология превратилась в широкую и сложную область, требующую междисциплинарных знаний, охватывающих молекулярную идентичность пылевых аллергенов, природу частиц, несущих аллергены (пыльцевые зерна, субчастицы пыли и мелкие аэрозольные частицы), и распределение их источников. Таким образом, для оценки опасности для здоровья, которую городская растительность и концентрации атмосферной пыли представляют для аллергиков, крайне важно разрабатывать эффективные и быстрые системы мониторинга и надежные индексы аллергического риска. Здесь необходимо учесть различные подходы к мониторингу пылевых аллергенов, классифицируя их, во-первых, на основе растительности, во-вторых, на основе пыли и, в третьих, на основе аллергенов, наконец, подчеркивая их преимущества и ограничения.

Наконец, следует обратить внимание на тот факт, что процент людей, страдающих поллинозом и прочими заболеваниями, реагирующими на пыльцу, на территории России с каждым годом только растет (до 40% от общего населения по данным Российской ассоциации аллергологов и клинических иммунологов), но их поддержка с точки зрения информационных технологий и e-health ограничивается только консультацией – нам необходимо разработать и совершенствовать мобильное приложение, которое не только бы служило справочной системой, но и позволяло людям, страдающим от пыли, взаимодействовать в режиме реального времени для взаимопомощи, предупреждения и поддержки.

Список литературы

1. Subiza J. Allergenic pollens in Spain // *Allergologia et Immunopathologia*. 2004. 32(3). P. 121–124.
2. Caillaud D., Toloba Y., Raobison R., Besancenot M. Health impact of exposure to pollens: A review of epidemiological studies // *Revue des Maladies Respiratoires*. 2013.
3. De Benito V., Menchaca J.M., Rubio M.C., Sánchez Y., Rodríguez B., Soto J. Identificación de los taxones de pólenes alérgicos en pacientes polínicos para conocer la temporada de riesgo // *Allergologia et Immunopathologia*. 2004. 32(34). P. 228–232.
4. De Paz J.F., Rodríguez S., Bajo J., Corchado J.M. Case-based reasoning as a decision support system for cancer diagnosis: A case study // *International Journal of Hybrid Intelligent Systems*. 2009. 6(2). P. 97–110.
5. Pescatore A., Dogaru C., Duembgen L., Silverman M., Gaillard E., Spycher B., Kuehni C. A simple asthma prediction tool for preschool children with wheeze or cough // *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2014. 133(1). P. 111–118.
6. Balemans W., van der Ent C., Schilder A. Prediction of asthma in young adults using childhood characteristics: Development of a prediction rule // *Journal of Clinical Epidemiology*. 2006. 59(11). P. 1207–1212.
7. Lewis M., Leonard B. Digital Pathology Techniques in Pollen Assessment // *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2013. 131(2), AB77.
8. Leonardi N., Spycher B., Strippoli M. Validation of the Asthma Predictive Index and comparison with simpler clinical prediction rules // *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2011. 127(6). P. 1466–1472.
9. Corchado J.M., Fyfe C. Unsupervised neural method for temperature forecasting // *Artificial Intelligence in Engineering*. 1999. 13(4). P. 351–357.
10. Corchado J.M. Redes Neuronales Artificiales: un enfoque práctico. Vigo: Servicio de Publicaciones da Universidade de Vigo, 2000.
11. Corchado J.M., De Paz J.F., Rodríguez S., Bajo J. Model of experts for decision support in the diagnosis of leukemia patients // *Artificial Intelligence in Medicine*. 2009. 46(3). P. 179–200.
12. Bajo J., Corchado J.M. Evaluation and monitoring of the air-sea interaction using a CBR- agents approach. Case-Based Reasoning Research and Development, 2005. P. 50–62.
13. David R.-C., Dragos C.-A., Bulzan R.-G., Precup R.-E., Petriu E.M., Radac M.-B. An approach to fuzzy modeling of magnetic levitation systems // *International Journal of Artificial Intelligence*. 2012. 9(A12). P. 1–18.
14. Jafrian A. New artificial intelligence approach for solving fuzzy polynomial equations // *International Journal of Artificial Intelligence*. 2014. 12(2). P. 57–74.
15. Fdez-Riverola F., Corchado J.M. CBR based system for forecasting red tides // *Knowledge-Based Systems*. 2003. 16(5). P. 321–328.
16. Fraile J.A., Bajo J., Corchado J.M., Abraham A. Applying wearable solutions in dependent environments // *Information Technology in Biomedicine. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*. 2011. 14(6). P. 1459–1467.
17. Requena F., Martín Ciudad N. A major improvement to the Network Algorithm for Fisher's Exact Test in 2×c contingency tables // *Computational Statistics & Data Analysis*. 2006. 51(2). P. 490–498.
18. Tapia D.I., Abraham A., Corchado J.M., Alonso R.S. Agents and ambient intelligence: case studies // *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. 2010. 1(2). P. 85–93.
19. Corchado J.M., Lees B. Adaptation of cases for case based forecasting with neural network support. Soft computing in case based reasoning. 2001. P. 293–319.

Prospects for the use of mobile applications for the control of an allergic reaction to the pollen of flowering plants

V.V. Evdokimov, K.A. Koshechkin

First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov

Today, each of the two largest mobile app markets (Google Play and Apple App Store) has over 800,000 apps available, each reporting approximately 40 billion downloads. At this scale, it is not possible to analyze each application for malware before making it available for download. Vendors primarily rely on user feedback to remove malware from their marketplaces, so it may take some time for these applications to be removed. In practice, users should be very careful when choosing applications to install. Also, it can be difficult to detect a malicious application once it is installed, unless the application has noticeable side effects. To correct this situation, it is necessary to offer to perform run-time monitoring of mobile applications on behavioral correctness properties. These properties define prohibited and desired interactions between applications and phone resources in the form of sequences of events. It is necessary to implement a prototype of this framework for the Android operating system.

Keywords: *mobile applications, healthcare, plant pollen, electronic technologies.*

For correspondence: *V.V. Evdokimov*
First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov
E-mail: naftalin444@mail.ru