

Автоматизированный мониторинг диеты и физической активности для интеллектуальной оптимизации образа жизни

Maged N. Kamel Boulos

Университет Северо-шотландского нагорья и островов, Инвернесс, Шотландия, Великобритания

Для корреспонденции:

mnkoulos@ieee.org; maged.kameloulos@uhi.ac.uk

Automated Diet and Activity Monitoring for Intelligent Lifestyle Optimization

M. N. Kamel Boulos

User compliance and adherence with current diet and exercise management apps is generally poor, as these apps require an extensive deal of thorough manual inputting, logging and (often inaccurate/incomplete) estimation of daily food and drink intake and physical activity/exercise types/duration undertaken by users. In ADAMILO, we are proposing a one-stop, comprehensive P4 (predictive, preventive, personalised and participatory [person-centred]) solution, integrating novel, almost fully automated (but still very reliable and accurate) monitoring and logging of:

- Calorie composition and intake (ingested foods and drinks, triangulating NIR spectroscopy and other methods), and
- Calorie expenditure (physical activity/exercise segmentation, calibrated by indirect calorimetry, the gold standard in energy expenditure estimation), with intelligent, cloud-based decision support (DSS) for lifestyle (diet and exercise) optimisation, that can be used by a layperson on his/her own and is tailored per individual needs, age, comorbidity, etc.

The DSS acts on real-time user data, covering lifestyle, diet, activity, body weight, blood pressure, self-efficacy, and other parameters. The DSS will use the best existing, validated, computer/digital clinical cardio-metabolic predictive risks models and algorithms and will continuously update the user's risk levels based on the person's real-time data and any preventive active lifestyle modification actions s/he is undertaking based on ADAMILO's tailored recommendations. ADAMILO's recommendations will be flexible and user-negotiable (using clinically-validated methods such as the Dynamic Diet software algorithms), thus further enhancing user's compliance and adherence. Extensive use will be made of captology and gamification techniques, including the use of social networked games/exergames and of an optional novel sociable, mini-robot coach interface to ensure adherence and sustainable positive lifestyle changes without relapse.

В докладе Всемирной Организации Здравоохранения «Глобальная стратегия в отношении диеты, физической активности и здоровья» указано, что «нездоровое питание и снижение уровней физической активности лидируют среди причин основных неинфекционных заболеваний, включая сердечно-сосудистую патологию, сахарный диабет второго типа,

некоторые разновидности рака, и таким образом, вносят существенный вклад в общее количество болезней, смертей и инвалидизации» [1-3]. Технологии цифрового здоровья и интернет, предлагая новые возможности для минимизации влияния ключевых факторов риска (нездоровое питание и отсутствие физической активности), могут сделать значительный вклад в снижение будущего бре-

мени неинфекционных заболеваний в Европе и по всему миру [4-5]. Однако, приверженность пользователей к использованию мобильных приложений для контроля активности и питания в общем крайне низкая.

Отчасти это объясняется тем, что использование приложений требует значительных усилий, выполнения большого количества действий – авторизации, ввода текста, показателей, учета (зачастую ошибочного) потребляемых напитков и пищи, а также сделанных пользователем физических упражнений с их детальными характеристиками. Одним из примеров подобных мобильных приложений является «MyFitnessPal» (www.myfitnesspal.com). Описанный подход не является устойчивым решением в долгосрочной перспективе, так как пользователи обычно прекращают пользоваться мобильными приложениями по прошествии определенного времени. Более того, в процессе эксплуатации таких инструментов пользователю автоматически предлагаются различные рекомендации, связанные с образом жизни и здоровьем. Но качество инструкций, генерируемых мобильными приложениями, критично зависит от того, насколько внимательно и детально пользователи вносят запрошенные данные (что, разумеется, не может быть гарантировано). В некоторых приложениях, таких как «Rise» (www.rise.us), были предприняты попытки частично автоматизировать процедуру ввода данных посредством фотосъемки принимаемой пищи с помощью камеры смартфона с дальнейшей отправкой изображений эксперту-

диетологу для получения рекомендаций в области питания. Однако, такой подход также не является совершенным с точки зрения сбора данных, а также по причине того, что работу эксперта необходимо оплачивать. Еще одним ограничением является тот факт, что консультант не может постоянно быть в сети и обеспечивать мгновенный ответ. Другие автоматизированные приложения, такие как «ShopWell» (www.shopwell.com) и «Fooducate» (www.fooducate.com) попросту «неполные», так как они могут работать только с информацией, считываемой со штрих-кодов продуктов питания.

Система «ADAMILO» (от англ. Automated Diet and Activity Monitoring for Intelligent Lifestyle Optimisation – автоматизированный мониторинг диеты и активности людей для интеллектуальной оптимизации образа жизни) реализована на принципах медицины 4П. Она представляет собой эффективное комплексное решение, способное автоматически интегрировать мониторинг потребления калорий и их затрат (физической активности) с ведением журнала. Также предусмотрена возможность принятия необходимых решений в режиме реального времени путем обращения к «облачным» экспертным системам и базам данных (используется технология DSS (cloud-based decision support)). С помощью DSS система работает с данными пользователя (диета, физическая активность, масса тела, артериальное давление и другие параметры) в реальном времени. «ADAMILO» обеспечивает простое управления образом жизни (в особенности, ►



Рис. Основные компоненты системы «ADAMILO»

диетой и физическими упражнениями), она может быть использована обычными людьми без значительных усилий. Система адаптирована под индивидуальные потребности, возраст, наличие сопутствующих заболеваний и иные особенности пользователей.

Система «ADAMILO» (рис.) была задумана как открытая и гибкая платформа, соответствующая необходимым стандартам, способная в будущем стать «экосистемой» для объединения новых клинических данных и классификаций пациентов, страдающих ожирением, в соответствии с их гормональным и генетическим фонами (аналогично подходу IBM Watson's [6]).

Используемая технология DSS «отвечает» за подбор оптимальной персонализированной диеты. А в целом, система может адаптироваться к новым инструментам мониторинга (таким как портативный анализатор липидов крови, глюкометр и т.д.), цифровым видеоиграм (с помощью технологий API (от англ. Application Programming Interface)), сервисам для консультаций врачей-специалистов. Технология API позволяет использовать полученные данные пациентов для различных приложений, которые, например, могут показывать, насколько здоровой является диета пациента, предлагая виртуальные призы и «знаки отличия». Примером таких игровых приложений может послужить «Kinect PlayFit» (www.xbox.com/enGB/Kinect/kinect-play-fit).

«ADAMILO» может приносить пользу не только пациентам, страдающим от лишнего веса и ожирения, но также и людям, которые хотят поддерживать здоровый образ жизни или нуждаются в его контроле в связи с определенными условиями. Например, сильное снижение массы тела у пожилых людей не всегда является желаемым результатом, так как может привести к невосстановимой потере и без того скудной мышечной массы и усугублению остеопороза. Тем не менее, пожилым людям пойдут на пользу модификации диеты и образа жизни, которые снизят шансы на развитие осложнений хронических неинфекционных болезней. Например, пациентам, страдающим от артериальной гипертензии, будет полезна диета, содержащая мало натрия, которая позволяет лучше контролировать артериальное давление.

Реализация системы «ADAMILO» включает пять основных задач.

Задача 1.

Разработать уникальное портативное устройство (ручное или аксессуар для смарт-

фона) на основе концепции «интернета вещей» (от англ. Internet of Things – IoT), а возможно и «интернета еды» (от англ. «Internet of Food»). Это устройство должно проводить тригонометрическую съемку объектов (продуктов питания), распознавать виды пищи и напитков, определять размеры порций, оценивать калорийность, передавать полученные данные в мобильное приложение «ADAMILO» для составления и контроля диеты.

Фактически, этот новый прибор должен впервые объединить все перечисленные функции, используя следующие технологии:

1. Сканнер, работающий по методу спектроскопии ближней инфракрасной области (БИК-спектроскопии) и предназначенный для оценки состава продуктов питания и напитков [7]. Такое сенсор может давать информацию о количестве сахаров и их видах (фруктоза, сахароза и т.д.), соли, насыщенных жирах в пище в пересчете на ее массу (в отличие от пересчета на порцию). Технология анализа должна характеризоваться высоким качеством и использовать «облачные» базы данных.

2. Улучшенный алгоритм подсчета объема пищи (порции), основанный на «компьютерном зрении» и использующий камеру, встроенную в описанный выше сканнер или в смартфон [8]. Сочетание алгоритма и сканнера из предыдущего пункта позволит рассчитывать количество калорий, насыщенных жиров, соли и т.д. в данном конкретном блюде (в отличие от пересчета на массу потребляемой пищи).

3. Сканирование штрих-кодов известных коммерческих пищевых продуктов и напитков для получения точной информации о массе, составе, калорийности. Информация о продукте поступает из высококачественных баз данных, при этом может учитываться размер упаковки продукта (так как каждый вариант упаковки имеет свой штрих-код).

4. Ряд дополнительных аспектов. «Облачные» базы данных продуктов питания и соответствующих штрих-кодов будут увеличиваться и расширять свою географию за счет активного импорта в Европу продукции из стран Ближнего Востока, Индии и Китая, открытия многочисленных ресторанов этнической пищи, и «гастрономического туризма». Программное обеспечение сканнера будет позволять пользователю добавлять дополнительную информацию. Например, кнопка для сканирования блюда до и после принятия пищи. Результатом будет корректный подсчет калорийности

потребленной пищи: калорийность порции минус калорийность оставшихся после трапезы пищи и напитков. Также, виртуальная клавиатура мобильного приложения будет также позволять пользователю делать записи о том, какой объем из данной (сканированной) порции, он планирует употребить.

Задача 2.

Разработать уникальную IoT-технология, отслеживающую данные различных сенсоров, носимых устройств, используемых для определения, классификации и оценки количества физических упражнений, а также подсчета калорий, затрачиваемых пользователем. Эта технология будет позволять устанавливать беспроводное соединение с мобильным приложением «AMADILLO» для накопления в реальном времени данных о местоположении пользователя (от систем глобального позиционирования), педометров, акселерометров, термометров, датчиков кожно-гальванических реакций, датчиков сердечного ритма. Дополнительно могут быть использованы и носимые устройства для мониторинга прогресса физических упражнений (датчики мышечной силы), артериального давления, а также – электронные весы. Мобильный вариант реализации метода непрямой калориметрии может быть опционально использоваться для дальнейшей калибровки и улучшения точности определения количества затрачиваемых пользователем калорий. Непрямая калориметрия также будет использована в процессе разработки как «золотой стандарт» для оценки и оптимизации системы «ADAMILLO» и алгоритмов подсчета затрат энергии.

Задача 3.

Разработать «облачный» компонент, работающий по принципу DSS и взаимодействующий с мобильным приложением «ADAMILLO» с целью помочь пользователям достигнуть и поддерживать идеальную массу тела и вести здоровый образ жизни (в аспекте поддержания баланса между калорийностью, составом потребляемой пищи и затрачиваемыми калориями). Система может быть опционально дополнена мини-роботом, выполняющего роль персонального тренера. Мобильное приложение «ADAMILLO» с облачной технологией DSS будет обнаруживать и предлагать оптимальные, индивидуально-адаптированные пути устранения нездоровых элементов в образе жизни с использованием лучших и новейших медицинских и нутрициоло-

гических методик с доказанной эффективностью. Также, будут применяться научно обоснованные, валидизированные модели и алгоритмы определения рисков в медицине, например, Фрамингемская шкала, индексы SCORE и CORE, шкалы FINDRISC (FINnish Diabetes Risk Score), ACC/AHA ASCVD (Atherosclerosis cardiovascular disease), модель предсказания сердечно-сосудистых заболеваний Globorisk и другие [9,10, 11,12,13].

Мобильное приложение, работающее по технологии DSS, будет осуществлять мониторинг жизнедеятельности индивидуума и предсказывать возможные медицинские риски на основании данных о диете, образе жизни, физической активности, физиологических параметрах (артериальном давлении и т.д.), получаемых со специальных сенсоров, а также с учетом индивидуальных особенностей и клинического профиля пользователя. «ADAMILLO» будет предоставлять пользователю персонализированные планы по предотвращению тех или иных заболеваний, вплоть до третичной профилактики. Планы по предотвращению болезней будут состоять из модификаций диеты и программ физических упражнений, специально адаптированных к состоянию конкретного пользователя. Надо отметить, что такие наставления должны быть гибкими, способными предлагать более здоровую, но в то же время и более доступную в финансовом отношении пищу, рекомендовать ближайшие продуктовые магазины, а также интересные рецепты блюд и их альтернативы (по желанию пользователя). Например, алгоритмы «Динамической диеты» («MeTeDa», Италия) позволяют составлять различные варианты предписанной диеты (включая размеры блюд и входящие в их состав ингредиенты) на основании предпочтений пользователя, но при этом не изменяя принципиальную ее исходную суть. Автоматизированный анализ состава и количества потребляемой пищи, осуществляемый «ADAMILLO», поможет пользователям проверять, насколько корректно была составлена та или иная модификация диеты.

С помощью технологии DSS мобильное приложение будет также постоянно совершать обновление клинического профиля пациента в отношении его рисков. Например, успешные модификации образа жизни будут вести к снижению тех или иных угроз здоровью. Благодаря БИК-спектроскопии «ADAMILLO» будет осуществлять мониторинг диеты пациентов и предлагать им недостающие ингредиенты. Кроме того, ►►

можно информировать пользователей о токсичных веществах, ежедневно потребляемых с пищей (например, о ртути, содержащейся в консервах с тунцом), чтобы всегда можно было не выходить за рамки безопасности. На основании данных анамнеза пациентов (например, непереносимость лактозы, чувствительность к глютену, аллергия на арахис) можно будет предупреждать пациентов об аллергенах, содержащихся в пище.

По необходимости «ADAMILO» будет предписываться необходимое количество калорий, которое нужно затратить в результате физических упражнений. Типы упражнений и их количество будет определяться не только на основании индекса массы тела пациента, энергетической ценности потребляемой пищи и ежедневных энергозатрат, но и на основании общего состояния здоровья и индивидуальных особенностей, таких как проблемы с суставами, возраст, аллергия (например, маршруты пробежек можно будет составлять на основании свежих данных пыльцевого мониторинга).

Задача 4.

Включить гетерогенную выборку из населения Европейского союза для разработки и тестирования «ADAMILO» в различных европейских регионах. Выборка должна включать представителей северных и южных стран Европы (Великобритания, Дания, Испания и Греция – согласно изначальному плану). В нее также нужно включить разнообразные характеристики: местные продукты в супермаркетах (например, сравнение средиземноморской диеты с пищевым рационом датчан), пищевые пристрастия пользователей, их привычки, физическую активность, гендерно-возрастные особенности. В выборку будут включены как здоровые люди, так и лица, страдающие одним или несколькими заболеваниями из перечисленных: повышенный вес, патологическое ожирение, клинические состояния, при которых ожирение является важным фактором риска. А также пациенты с кардиометаболическими нарушениями, метаболическим синдромом, некоторыми типами дислипидемий, инсулинорезистентностью (преддиабетом), артериальной гипертензией I-II степеней. В этиологии и патогенезе таких заболеваний диета и физическая активность пациента играют важную роль, а общий курс лечения и оптимизация образа жизни с помощью «ADAMILO» могут быть выполнены даже лежачими больными самостоятельно, без помощи врача.

Задача 5.

Внимательно проконтролировать и, где необходимо, принять к рассмотрению случаи, указывающие на успех и устойчивость «ADAMILO» в пользовательской среде, жизнеспособность системы на рынке в качестве основного пользовательского решения, в том числе за пределами данного проекта. Команда проекта будет исследовать и другой спектр важных проблем, таких как возможные связи с электронными медицинскими картами, защищенными «облачными» сервисами, эргономичность, «дружелюбность» пользовательского интерфейса (в том числе, для лежачих больных), а также соответствие стандартам (Continua Health Alliance Kitemarking guidelines, HL7's Fast Healthcare Interoperability Resources и другим). Это нужно для дальнейшего развития, сертификации CE (ключевое условие коммерциализации) и формирования устойчивой бизнес-модели.

■ ТЕКУЩИЙ СТАТУС ПРОЕКТА

Детализированное предложение о проведении исследований, а также программа работ по созданию и оценке прототипа «ADAMILO» были подготовлены в 2014-2015 гг. и представлены в Европейскую программу по исследованиям и инновациям «Horizon 2020». Однако, проект не был отобран для финансирования, несмотря на благоприятные отзывы и набранные баллы [14]. Известны факты частых отказов, обусловленные недофинансированием программы «Horizon 2020» [15].

В процессе поиска альтернативных источников поддержки и финансирования, автором проекта и его коллегами в настоящее время проводится подготовительное исследование [16], которое привлекло большое внимание средств массовой информации. Автор также рассматривает потенциал и возможность интегрирования в другие сферы персонализированной медицины, проекты по разработке систем здравоохранения, использующих искусственный интеллект для генерации рекомендаций по диете и физической активности на основании генетической характеристики индивидуума.

■ БЛАГОДАРНОСТИ

Автор хочет поблагодарить своих Европейских коллег и партнеров [14], которые активно поддерживали «ADAMILO» и выражали свое желание внести вклад в реализацию данного проекта. ▀

РЕЗЮМЕ

Технологии цифрового здоровья и интернет могут сделать значительный вклад в снижение будущего бремени неинфекционных заболеваний в Европе и по всему миру, путем минимизации влияния таких факторов риска, как нездоровое питание и низкий уровень физической активности. Система «ADAMILO» (от англ. Automated Diet and Activity Monitoring for Intelligent Lifestyle Optimisation – автоматизированный мониторинг диеты и активности людей для интеллектуальной оптимизации образа жизни) реализована на принципах медицины 4П. Она представляет собой эффективное комплексное решение, способное автоматически интегрировать мониторинг потребления калорий и их затрат (физической активности) с ведением журнала. «ADAMILO» обеспечивает простое управления образом жизни (в особенности, диетой и физическими упражнениями), она может быть использована обычными людьми без значительных усилий. Система адаптирована под индивидуальные потребности, возраст, наличие сопутствующих заболеваний и иные особенности пользователей. «ADAMILO» (мобильное приложение, «облачная» система поддержки принятия решений, сканнеры продуктов питания, алгоритмы распознавания изображений и т.д.) будет осуществлять мониторинг жизнедеятельности индивидуума и предсказывать возможные медицинские риски на основании данных о диете, образе жизни, физической активности, физиологических параметрах (артериальном давлении и т.д.), получаемых со специальных сенсоров, а также с учетом индивидуальных особенностей и клинического профиля пользователя. Задача системы – предоставлять пользователю персонализированные планы по предотвращению тех или иных заболеваний, вплоть до третичной профилактики. Такие планы состоят из модификаций диеты и программ физических упражнений, специально адаптированных к состоянию конкретного пользователя.

Ключевые слова: мобильное здоровье, повышенный вес, ожирение, образ жизни, диета.

Key words: mHealth, obesity, overweight, lifestyle, diet.

ЛИТЕРАТУРА

1. WHO Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health, World Health Organization.–2005.–http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_english_web.pdf.
2. Bhaskaran K., Douglas I., Forbes H. et al. Body-mass index and risk of 22 specific cancers: a population-based cohort study of 5.24 million UK adults. *Lancet*. 2014 Aug 30;384(9945):755–65. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60892-8. Epub 2014 Aug 13.
3. Arnold M., Pandeya N., Byrnes G., et al. Global burden of cancer attributable to high body-mass index in 2012: a population-based study. *Lancet Oncol*. 2015 Jan;16(1):36–46. doi: 10.1016/S1470-2045(14)71123-4. Epub 2014 Nov 26.
4. Lyzwinski L.N. A Systematic Review and Meta-Analysis of Mobile Devices and Weight Loss with an Intervention Content Analysis. *J. Pers. Med*. 2014 Jun 30;4(3):311–85. doi: 10.3390/jpm4030311.
5. Dale L. P., Whittaker R., Eyles H. et al. Cardiovascular Disease Self-Management: Pilot Testing of an mHealth Healthy Eating Program. *J.Pers. Med*. 2014 Mar 19;4(1):88–101. doi: 10.3390/jpm4010088.
6. Forrest C. Innovation: IBM Watson ups the ante on digital wellness with gene-based health app / *TechRepublic* (online).–2016.–<http://www.techrepublic.com/article/ibmwatson-ups-the-ante-on-digital-wellness-with-gene-based-health-app/>.
7. Strickland E. Hand-Held Spectroscopy Tool Lets You Examine the Molecular Composition of Your Food / *IEEE Spectrum* (online).–2014.–<http://spectrum.ieee.org/tech-talk/consumer-electronics/gadgets/handheld-spectroscopy-tool-lets-you-examine-the-molecular-composition-of-your-food>.
8. Pouladzadeh P., Shirmohammadi S., Al-Maghrabi R. Measuring Calorie and Nutrition from Food Image. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. 2014; 63:1947–56. doi: 10.1109/TIM.2014.2303533.
9. D Agostino R.B.Sr., Vasan R.S., Pencina M.J. et al. General cardiovascular risk profile for use in primary care: The Framingham Heart Study. *Circulation*. 2008 Feb 12;117(6):743–53. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.699579. Epub 2008 Jan 22.
10. Conroy R.M., Ruцрдд K., Fitzgerald A.P. et al. Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: the SCORE project, *Eur Heart J*. 2003 Jun;24(11):987–1003.
11. Cuende J.I., Cuende N., Calaveras-Lagartos J. How to calculate vascular age with the SCORE project scales: a new method of cardiovascular risk evaluation. *Eur Heart J*. 2010 Oct;31(19):2351–8. doi: 10.1093/eurheartj/ehq205. Epub 2010 Jun 28.
12. Manios Y., Birbilis M., Moschonis G. et al. Childhood Obesity Risk Evaluation based on perinatal factors and family sociodemographic characteristics: CORE index. *Eur J Pediatr*. 2013 Apr;172(4):551–5. doi: 10.1007/s00431-012-1918-y. Epub 2013 Jan 10.
13. Makrilakis K., Liatis S., Grammatikou S. et al. Validation of the Finnish diabetes risk score (FINDRISC) questionnaire for screening for undiagnosed type 2 diabetes, dysglycaemia and the metabolic syndrome in Greece. *Diabetes Metab*. 2011 Apr;37(2):144–51. doi: 10.1016/j.diabet.2010.09.006. Epub 2010 Dec 7.
14. Kamel Boulos M.N. ADAMILO–Automated Diet and Activity Monitoring for Intelligent Lifestyle Optimisation, EU H2020 Research Proposal, 2015.–<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2907.5680>.
15. Pennings R. How to avoid Horizon 2020 success being tarred by high failure rate // *Science.Business*.–2015.–<http://www.sciencebusiness.net/news/77040/How-toavoid-Horizon-2020-success-being-tarred-by-high-failure-rate>.
16. Kamel Boulos M.N., Yassine A., Shirmohammadi S. et al. Towards an Internet of Food : Food Ontologies for the Internet of Things. *Future Internet*. 2015;7:372–92. doi:10.3390/fi7040372.