

CALCULADOR INTELIGENTE DE BOLO DE INSULINA EN SKILL ALEXA AMAZON PARA PACIENTES CON DIABETES MELLITUS Y DEFICIENCIA VISUAL

Juan Camilo Solarte Orozco¹, Juliana Manrique Córdoba², Óscar Andrés Vivas Albán¹,

Juan David Romero Ante², Carlos Gabriel Juan Poveda²,
José María Vicente Samper², José María Sabater Navarro^{2*}

¹Universidad del Cauca, Popayán – Colombia

²Universidad Miguel Hernández, Elche – España

*Autor para correspondencia: j.sabater@umh.es

Resumen

Este artículo presenta una funcionalidad (skill) para el asistente virtual de voz Alexa Amazon, como herramienta de apoyo para los pacientes con diabetes. La lógica de la skill fue desarrollada como una calculadora de bolo para los pacientes, teniendo en cuenta un modelo de conteo de carbohidratos, grasas y proteínas consumidas. Respecto a la interacción, se implementó teniendo en cuenta el diálogo entre un camarero y un cliente, el sistema puede registrar cada uno de los alimentos que el usuario ingrese y respecto a la cantidad de macronutrientes que contenga cada uno de ellos, responder al paciente el total de raciones consumidas y los porcentajes correspondientes al bolo normal y cuadrado de insulina. Además, se integró una base de datos donde se encuentran los macronutrientes de más de 500 alimentos. Los resultados de la investigación permitieron validar la utilización de la aplicación como herramienta de apoyo para la estimación de los macronutrientes de los alimentos, siendo de utilidad para la gestión del nivel de glucosa.

Palabras clave: Diabetes mellitus, alimentos, Alexa Amazon, control glucémico, insulina.

1 INTRODUCCIÓN

Los dispositivos móviles como teléfonos inteligentes, tablets y Asistentes Digitales de uso Personal (PDA), se han convertido en una herramienta de uso frecuente, cambiando la forma en que las personas se divierten, comunican e informan [17]. Con el paso del tiempo ha aumentado la adopción de estos dispositivos, generando el crecimiento del desarrollo de aplicaciones móviles (apps) de cualquier tipo en el mundo y, el área de la salud no es la excepción. El interés de las personas por encontrar métodos eficientes para cuidar su salud es uno de los factores claves en el crecimiento de esta [15]. Entre las apps de cuidado personal existen múltiples funcionalidades que permiten registrar datos de actividad física, seguimiento de ingestas de

nutrientes, consejos de salud, asesorías, servicios de salud, entre muchas más.

Las ayudas tecnológicas que se encuentran disponibles para dispositivos móviles también están siendo desarrolladas para los asistentes virtuales de voz, que se han popularizado últimamente. Las principales características por las que los usuarios utilizan esta tecnología se basan en el ahorro de tiempo, interacción más rápida y uso de un lenguaje natural asistido [5], además de la facilidad con que los usuarios que presentan alguna discapacidad visual puedan usarlas. Respecto a las deficiencias visuales, Amazon junto a Royal Nation of Blind People (RNIB), en el año 2017, realizaron un énfasis de la cantidad de funciones útiles que un asistente virtual de voz como Alexa puede realizar para una persona invidente [2,24].

La innovación de los asistentes virtuales por voz puede mejorar la forma de realizar el cuidado personal en pacientes con diferentes enfermedades. Una de ellas es la Diabetes Mellitus (DM), que de no ser cuidada puede ocasionar discapacidades visuales o físicas [21]. Entre los tipos de DM, la Diabetes Mellitus Tipo 1 (DM1) se presenta principalmente en niños y adolescentes, que se convierten en personas dependientes de insulina y propensos a complicaciones como el exceso de ácidos en la sangre. La Diabetes Tipo 2 (DM2) se presenta frecuentemente en personas que sobrepasan los 40 años con problemas de obesidad, suelen necesitar solamente tratamientos con medicamentos orales durante varios años, aun así no están excluidos de necesitar insulina [1,8].

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los desarrollos destinados a la salud incluyen principalmente aplicaciones móviles destinadas directa o indirectamente a mejorar la calidad de vida y el bienestar de las personas [4]. En relación con la DM, las aplicaciones de gestión han mejorado el acceso a la información de los pacientes, facilitando la monitorización remota y el control del nivel de glucosa, a través de recordatorios y alertas. Por ejemplo, en [12, 18, 22] se presentan algunas de las

aplicaciones móviles que funciona como un diario digital en el que el paciente puede llevar un control completo de su patología. Entre sus funcionalidades permite el registro de la dieta y la insulina administrada, alertas para evitar situaciones de hipoglucemia; además de registrar la actividad física y el comportamiento del nivel de glucosa. Como éstas, existen otro tipo de aplicaciones para la gestión de la diabetes que permiten el cálculo de las dosis de insulina requeridas por los pacientes; en ese sentido, Dual-Bolus es una aplicación desarrollada por el grupo de investigación en neuroingeniería biomédica de la Universidad Miguel Hernández en compañía de la Unidad de diabetes pediátrica del Hospital Universitario de Alicante, España, la aplicación permite calcular el bolo dual de insulina a partir de la cantidad de carbohidratos, grasas y proteínas consumidas, facilitando la introducción de los datos en las bombas de infusión continua de insulina [20].

Por otra parte, una de las grandes tendencias tecnológicas en la actualidad son los asistentes virtuales inteligentes, en conjunto con los altavoces inteligentes, a través de los cuales se puede interactuar, sin necesidad de estar en contacto con algún dispositivo móvil [5]. Esta novedosa tecnología está ofreciendo una nueva frontera para la atención médica, lo que ha llevado a Amazon a crear skills (funcionalidades creadas por terceros para Alexa Amazon) como KidsMd, que permite dar a conocer a los padres los síntomas de sus hijos en caso de estar enfermos. Otras de las aplicaciones disponibles en Alexa Amazon, Sugarpod se creó con el objetivo de ayudar a las personas recién diagnosticadas con DM2 para integrar información relacionada con la rutina diaria, para mejorar el autocontrol, la atención y evitar complicaciones propias de la enfermedad [3].

Teniendo en cuenta el interés y avance de los asistentes virtuales inteligentes y la tecnología de Amazon Alexa para la implementación de skills, en esta investigación se propone desarrollar una aplicación para un asistente virtual de voz que sirva de apoyo para la autogestión de la DM. La skill tiene como objetivo registrar los alimentos consumidos, y calcular la configuración de los bolos de insulina normales y de acción prolongada requeridos por el paciente para regular el nivel de glucosa. La calculadora de bolos de insulina se desarrolla en Alexa Amazon, permitiendo al usuario mantener una interacción natural con la skill.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se presenta la metodología empleada para el desarrollo de la skill. Se inició explorando el entorno de programación desarrollado por Alexa Amazon, a fin de conocer el procedimiento de ejecución y lenguaje de programación, que

posteriormente determina el backend y la interfaz de usuario para la interacción por voz. También se presenta el modelo de conteo de carbohidratos, grasas y proteínas en el que se basa la calculadora de bolos de insulina. Finalmente, se desarrolla la estructura de la base de datos de los alimentos, que almacena e indica la recomendación más acertada según sea la necesidad del paciente.

2.1 ENTORNO DE EJECUCIÓN Y LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

Los entornos en tiempo de ejecución o RTE (Runtime Environment) actúan como un sistema operativo y proporcionan toda la funcionalidad que los programas necesitan para ejecutarse. Esto incluye desde interfaces hasta elementos físicos de hardware, pasando por interacciones del usuario y componentes de software. Su funcionamiento se basa en mediar entre el programa de aplicación y el sistema operativo, ejecuta funciones que incluyen transferencia de datos, control de los dispositivos de entrada y salida, además de leer, editar, buscar, organizar o administrar archivos [7].

En esta investigación se utilizó el entorno en tiempo de ejecución de JavaScript, Node.js, es de un sólo hilo, código abierto y multiplataforma para crear aplicaciones de red y del lado del servidor que sean rápidas y escalables. Se ejecuta en el motor de ejecución de JavaScript V8, y utiliza la arquitectura de entrada y salida basada en eventos y sin bloqueos, que lo hace eficiente y adecuado para aplicaciones en tiempo real [16].

2.2 ALEXA AMAZON

Como se mencionó anteriormente, Alexa Amazon es un asistente virtual de voz inteligente, con una dicción natural, poco robótica y forzada respecto a otros asistentes virtuales. Las skills pueden ser desarrolladas por cualquier persona utilizando el Alexa Skills Kit (ASK) y se ponen a disposición de los usuarios a través de la Alexa Skills Store. Para esta investigación, la skill desarrollada en Alexa Amazon se estructuró en dos partes:

2.2.1 Interfaz de usuario de voz (VUI)

La VUI es la encargada de interactuar con el usuario, captando las solicitudes o “Utterances” de Alexa. Estos enunciados son codificados por parte de los servicios de Alexa para que se conviertan en texto y se envíen como comandos al backend para solicitar una respuesta. Cuando el backend envía la respuesta en formato texto, la VUI se encarga de transformarla en comando de voz para el usuario.

2.2.2 Backend

En el backend se encuentra la lógica del programa. Sus procesos inician cuando la VUI envía una solicitud por parte del usuario. El backend recibe la petición, determina el controlador que puede responder a la solicitud, finalmente se construye la respuesta en formato texto y se envía nuevamente a la VUI.

2.3 MODELO DE CONTEO DE CARBOHIDRATOS, GRASAS Y PROTEÍNAS

La contabilización de los nutrientes de los alimentos es importante para alcanzar los objetivos de control glucémico. Para el desarrollo de la skill se ha incluido el conteo de los macronutrientes, a partir de un modelo que además de incluir los carbohidratos, convierte las unidades grasa y proteína (UGP) en raciones equivalentes. La Sociedad Española de Diabetes, define a la UGP como la cantidad de alimento que equivale a 150 kilocalorías de grasas y/o alimentos ricos en proteínas [23]. Para la conversión se debe considerar que un gramo de grasa y uno de proteína representan 9 kcal y 4 kcal respectivamente. Para la digestión de 1 UGP se necesitan 3 horas y por cada UGP adicional se añade 1 hora, por lo tanto, si para 1 UGP se contabilizan 3 horas, para 2 UGP, 4 horas; para 3 UGP, 5 horas; para más de 4 UGP, de 6 a 8 horas.

Para contabilizar los hidratos de carbono se propone utilizar el equivalente en el que una ración de carbohidratos (RCH) representa 10 gramos, según la Federación Española de Diabetes [11]. Ahora bien, para determinar el porcentaje del bolo normal de insulina (PBN) y de bolo cuadrado (PBC), se definen las siguientes expresiones, donde RC es la cantidad total de raciones de alimento consumidas:

$$PBN = (RCH/RC) * 100 \quad (1)$$

$$PBC = (UGP/RC) * 100 \quad (2)$$

Finalmente, para conocer la cantidad de unidades de insulina (UI) equivalentes a las raciones consumidas, se deberá conocer el factor de conversión de ratio insulina/carbohidratos (FC) que el usuario utiliza.

$$UI = RC/FC \quad (3)$$

2.4 BASES DE DATOS

Una base de datos es un conjunto de información relacionada, estructurada y almacenada de manera sistemática. En esta investigación se propone el desarrollo de una calculadora de bolo de insulina, para ello se utiliza la información de los macronutrientes de los alimentos consumidos, por lo que se hace necesario conocer dichos datos para proporcionar la recomendación del bolo. Para el

desarrollo de la skill se optó por utilizar dos bases de datos:

2.4.1 Cloud Firestore

Cloud Firestore es una base de datos NoSQL flexible, escalable y en la nube, que permite almacenar y sincronizar datos para el desarrollo tanto del lado del cliente como del servidor desde Firebase y Google Cloud. Es una base de datos que mantiene la información sincronizada entre aplicaciones a través de objetos de escucha en tiempo real y ofrece soporte sin conexión para dispositivos móviles y Web.

Para la skill, Cloud Firestore es la base de datos principal, contiene información de más de 500 comidas, con registros de España, Colombia y México, además de alimentos genéricos y comidas compuestas; también contiene una clasificación de bebidas y nombres de alimentos. Para la información de los alimentos genéricos se consultaron bases de datos adicionales respecto a cada país, por ejemplo, para España y México se utilizó FatSecret de cada región [9,10], mientras que para Colombia se utilizó MyFitnessPal [19].

Cada clasificación se representa como una colección, por ejemplo, en los alimentos con marca presenta la siguiente estructura:

```
Nombre del alimento":{
  "España": {
    "identificador alimento marca #1":{
      "nombre": "nombre del alimento",
      "marca": "nombre de la marca del alimento"
      "unidades": "gramos o mililitros",
      "cantidad": "cantidad de gramos o mililitros",
      "carbohidratos": "cantidad de carbohidratos",
      "grasas": "cantidad de grasas",
      "proteinas": "cantidad de proteínas",
      "país": "nombre del país de la marca"
    },
    "identificador alimento marca #2": {},
    "identificador alimento marca #3": {}
  },
  "Colombia": {},
  "México": {}
}
```

2.4.2 Amazon Storage Service (Amazon S3)

Amazon S3 es un servicio de almacenamiento de objetos creado para almacenar y recuperar cualquier volumen de datos desde cualquier ubicación. En el desarrollo de la skill está gestionada por el administrados, funciona como un banco de datos personales en el que se guarda la información de alimentos que no se encuentren entre los más de 500 alimentos ya registrados en Firestore, además permite cambiar su información en el caso que se desee. También se usa Amazon S3 para guardar la información de los últimos carbohidratos, grasas y proteínas consumidas, la cantidad de raciones que

equivalen y su configuración de bolo dual con el tiempo de administración, además la fecha y hora en que fueron analizados los datos. Toda esta información se guardará en un archivo JSON, constituido de la siguiente manera:

```

"Nombre del alimento": {
  "carbohidratos": "cantidad de carbohidratos",
  "grasas": "cantidad de grasas",
  "proteínas": "cantidad de proteínas",
  "raciones": "últimas raciones consumidas",
  "bolo normal": "porcentaje del bolo normal estimado",
  "bolo cuadrado": "porcentaje del bolo cuadrado estimado",
  "tiempo de administración": "tiempo de administración del bolo",
  "minuto": "minuto del último análisis",
  "hora": "hora del último análisis",
  "día": "día del último análisis",
  "mes": "mes del último análisis",
  "año": "año del último análisis",
  "alimentos": [
    {
      "nombre": "nombre del alimento",
      "unidades": "gramos o mililitros",
      "cantidad": "cantidad de gramos o mililitros",
      "carbohidratos": "cantidad de carbohidratos",
      "grasas": "cantidad de grasas",
      "proteínas": "cantidad de proteínas",
      "marca": "nombre de la marca del país"
    }
  ]
}
    
```

3 DESARROLLO DE LA SKILL

En esta sección se detalla la VUI y el backend componen la skill, ésta se realizó en el sitio web de desarrollo de skills para Alexa Amazon, Alexa Developer Console.

3.1 INTERFAZ DE USUARIO DE VOZ (VUI)

La VUI de la skill se desarrolló a partir de la metodología de Amazon “Diseño situacional”, que implica escribir un guion de diálogo entre Alexa y el usuario, con el objetivo de que las respuestas dependan del contexto que afecta la conversación [6]. A partir de esta metodología, la configuración que se realizó para conseguir una interacción natural y satisfactoria se basó en los siguientes elementos:

3.1.1 Idioma e invocación

Para el desarrollo de la skill se optó por interactuar en idioma español, por lo que se utilizaron los tres tipos de idioma español que integra Amazon, español latinoamericano, estadounidense y castellano. Esto permite que la funcionalidad pueda ser ubicada en las tiendas Alex Amazon de las regiones que habla hispana. Para definir el nombre de invocación se debe optar por palabras del idioma original de desarrollo, en este caso se estableció por nombre BOLO DUAL.

3.1.2 Utterances

Los Utterances son las frases específicas que los usuarios utilizan para realizar una solicitud a Alexa. Para este caso, se codificaron múltiples expresiones para darle a entender a Alexa lo que se necesita, para ello, se establecieron preguntas con las que el usuario puede obtener el resultado que desea.

Se utilizaron dos Utterances, el primero es el Sample Utterance que representa las peticiones que el usuario puede realizar respecto a una pregunta o información. El segundo es User Utterance, que permite mejorar la calidad del diálogo, su funcionamiento comienza cuando la petición solicitada por el usuario necesita ser complementada, dado esto la skill solicita dicha información al usuario y este le responderá con el User Utterance.

3.1.3 Slots

Tabla 1: Slots personalizados

Nombre	Información	Valores
Cantidad	Tamaño de porción de la comida	Muy pequeño - pequeño - normal - grande - muy grande
Porción	Tipo de porción de la comida	Cazuela - copa - cuchara - plato - bowl - trozo - vaso - porción - recipiente
Unidades	Alimento con las unidades correctas	Gramos - mililitros
Número de unidades	Unidades del Alimento que fueron consumidas	Uno - dos - tres - cuatro...

Los Slots son las variables utilizadas por Alexa para comprender la información sobre la solicitud del usuario. Por ejemplo, una skill que entregue a las personas la información del clima, la solicitud del usuario puede tomar la expresión “Dime el estado del clima en Madrid”. En este ejemplo, Madrid sería el slot.

Alexa Amazon proporciona una serie de slots por defecto conocidos como Intent Slots, para el caso de la skill se utilizan los de comida, marca de alimentos y números. Además, se pueden crear slots personalizados para variables específicas, este tipo de slot son los Types. La Tabla 1 muestra los slots personalizados que se crearon para la skill

3.1.4 Intents

Los intents son las respuestas implementadas en la skill que pueden contestar las posibles peticiones del usuario, están compuestos por Utterances

(sentencias) y slots (argumentos), aunque no sean obligatorios. Para este caso en particular, se definieron 18 intents que permiten captar las peticiones del usuario respecto a la creación, lectura, actualización y eliminación de ingestas, las respuestas de la cantidad de macronutrientes y la configuración del bolo dual con el tiempo correspondiente, entre otras. La Tabla 2 presenta algunos de los intents definidos:

Tabla 2: Intents

Nombre	Información
RegisterFoodIntent	Registra la comida ingerida A partir de las unidades consumidas, el nombre del alimento, el tipo de porción, la marca o tamaño
FoodValidateIntent	Valida la información, da a conocer las comidas registradas
CorrectFoodIntent	Corrige los datos de los alimentos registrados
CalcRationIntent	Calcula la cantidad total de macronutrientes consumidos
CalcInsIntent	Da a conocer la cantidad de raciones consumidas y su configuración de bolo dual

3.2 BACKEND

El backend de la skill se desarrolló a través de Alexa Skills SDK, que permite el acceso programático a las funciones de Alexa. Se utilizó el entorno de ejecución Node.js con el lenguaje de programación JavaScript para implementar las posibles solicitudes enviadas desde la VUI.

En el backend se configuran las bases de datos, Cloud Firestore y Amazon S3, además de los controladores de las solicitudes del usuario y las funciones que permiten la correcta implementación de la skill.

3.3 ARQUITECTURA DE LA APLICACIÓN

La Figura 1 presenta la arquitectura final de la skill desarrollada, compuesta por diez partes.

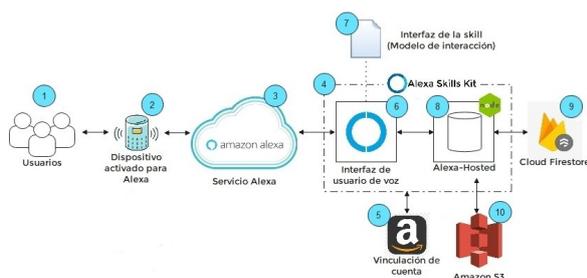


Figura 1: Arquitectura de la aplicación

1. Los usuarios de Alexa interactúan con la skill mediante dispositivos habilitados, utilizando la voz como método de comunicación.

2. Los dispositivos activados para Alexa serán el intermediario entre las solicitudes enviadas por los usuarios y las respuestas dadas por la skill.

3. El servicio de Alexa es un controlador de peticiones. Alexa realiza un procesamiento de comprensión de lenguaje de habla en nombre de la skill, incluido el reconocimiento de voz automatizada, la comprensión del lenguaje natural y la conversión de texto a voz para las respuestas.

4. Alexa Skills Kit (ASK) es una colección de APIs de autoservicios, herramientas y documentación que permitió implementar la skill en Alexa de una manera rápida.

5. La vinculación de cuenta permite que la cuenta de usuario de Alexa se asocie directamente a Amazon para poder guardar información en Amazon S3.

6. La interfaz de usuario de voz es el componente que controla la experiencia de comunicación con el usuario, permitiendo crear un modelo de interacción personalizado. Este modelo está compuesto por intents, slots types y example utterances.

7. La interfaz de la skill es un archivo de configuración que describe la skill de Alexa, las funciones (intents) a las que da respuesta y como se integra en la plataforma de Alexa y su entorno.

8. Alexa-Hosted (Node.js) es el método elegido para alojar la skill, el código del backend y los recursos de la aplicación en Amazon Web Services.

9. Cloud Firestore contiene la información nutricional de más de 500 alimentos, que será solicitada por la skill para realizar el análisis de la cantidad de macronutrientes de los alimentos.

10. Amazon Simple Storage Service (Amazon s3) almacenará la información de nuevos alimentos registrados por el usuario, además de guardar los datos del último análisis realizado.

3.4 PETICIÓN DE LA SKILL



Figura 2: Diagrama de petición de la skill

En la Figura 2 se presenta el diagrama de trabajo para petición de la skill, que inicia con una solicitud realizada por el usuario hacia un dispositivo en el que se ejecuta la skill; la petición llega a la VUI que determina el tipo de solicitud. Posteriormente, se redirige hacia una función del backend para constituir la respuesta, que se envía nuevamente a la VUI para finalmente comunicarla al usuario través del dispositivo de respuesta.

4 EVALUACIÓN Y USO DE LA SKILL

A partir del 4 de noviembre de 2021, luego de superar las pruebas de los evaluadores de Amazon, la skill se puso a disposición en las tiendas de aplicaciones. Se encuentra disponible en Argentina, Chile, Colombia, México, Panamá, Perú, España y Estados Unidos; para acceder a ella solo se debe disponer de una cuenta de Alexa Amazon.

Por otra parte, se desarrollaron guías para la interacción y uso de la skill, éstas incluyeron un manual de usuario, un protocolo práctico, además de videotutoriales para mejorar la experiencia [13,14].

Respecto al uso de la skill, hasta el 9 de marzo de 2022, en un total de 117 días desde que se puso a disposición, un total de 130 usuarios con diferentes cuentas de acceso Amazon activaron la skill 247 veces y realizaron 624 interacciones, tal como se refleja en la Figura 3.

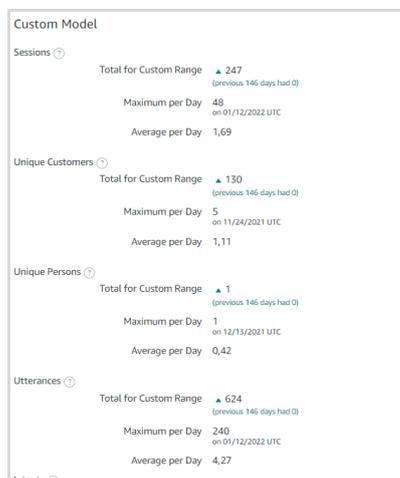


Figura 3: Uso de la skill

Con el fin de conocer la opinión y la experiencia de los usuarios respecto al uso de la aplicación, se propuso responder una encuesta de satisfacción, que incluyó preguntas relacionadas con el manejo de la aplicación, la información de la comida y una opinión general sobre el grado de utilidad de la skill, según su experiencia. Las respuestas se definieron mediante valores entre 1 – 10, siendo 1

inconformidad respecto a la pregunta, y 10 el mayor grado de conformidad. La encuesta se dirigió a ocho usuarios con un rango de edad comprendido entre los 18 y 65 años, entre ellos 3 personas diagnosticadas con DM, un investigador, un profesional de la salud y 3 familiares con pacientes a su cuidado.

En general, todas las personas encuestadas manifestaron sentirse a gusto con la aplicación, todos marcaron un grado de conformidad superior a 8. Respecto al manejo de la aplicación, todos optaron por una calificación superior a 6, algunos manifestaron alguna dificultad por ser la primera vez que utilizaban tecnología de asistencia virtual por voz. En relación con la información de los alimentos contenida en la base de datos, los encuestados calificaron la skill con 7 y superior, manifestando sentirse a gusto con esta posibilidad, ya que les permite llevar un seguimiento de las comidas que integran su dieta alimenticia.

Los resultados de la encuesta mostraron que a pesar de que las personas no están acostumbradas a realizar estimación por medio de sistemas software, como aplicaciones móviles, la utilidad del asistente virtual de voz mejora la interacción y calculo de la configuración del bolo dual de insulina.

Por otra parte, como prueba experimental, se propuso analizar la diferencia entre realizar la estimación mental de las raciones de los macronutrientes de los alimentos y, el cálculo estimado por la skill. La prueba se realizó con cuatro pacientes diagnosticados con diabetes, para ello se pusieron a disposición algunas imágenes como las presentes en la Figura 4:



Figura 4: Imágenes de prueba experimental

La Tabla 3 muestra la estimación de raciones obtenida con la skill, mientras que la Tabla 4 presenta la respuesta hecha de forma mental por parte de cada paciente.

Tabla 3: Estimación de las raciones con la skill

Skill	Porción de arroz (Raciones)	Plato combinado (Raciones)
Estimación de la skill	6	14

Tabla 4: Estimación de la raciones de forma mental

Paciente	Porción de arroz (Raciones)	Plato combinado (Raciones)
----------	-----------------------------	----------------------------

Paciente DM1	6	13
Paciente DM1	5	12
Paciente DM2	5	13
Paciente DM2	10	16
Valores medios	6,5	13,5

Si bien los resultados de la prueba experimental no arrojan mayor diferencia entre las dos estimaciones, si se tiene en cuenta la media de las respuestas de los pacientes, la ventaja del uso de la skill se puede ver reflejada en la implementación de la propia base de datos de cada paciente, que les permite hacer seguimiento de sus dietas, además cabe mencionar que otro de los objetivos del desarrollo de la skill se enfoca en población que presenta deficiencia visual y es en ellos, en quien en realidad se espera pueda ser de gran ayuda para la gestión de sus niveles de glucosa.

5 CONCLUSIONES

En esta investigación se desarrolla una skill de Alexa Amazon que permite calcular la configuración del bolo dual de insulina a través de un asistente virtual de voz. Una de las ventajas que presenta la aplicación es la posibilidad de implementar una base de datos personal que les permite almacenar información referente a la dieta alimenticia.

Las respuestas de la skill se asignan en cantidad de raciones consumidas, además del porcentaje equivalente de bolo normal y cuadrado de insulina, permitiendo ajustar la terapia y disminuir potencialmente posibles situaciones de hipoglucemia e hiperglucemia.

Los resultados de las encuestas y la prueba experimental permiten validar el gusto de los usuarios por la tecnología basada en asistentes virtuales, lo que los convierte en una herramienta muy interesante para el uso por parte de personas con deficiencia visual.

Como trabajo futuro, se propone realizar la integración de Amazon Rekognition para extraer a partir de imágenes o videos de los alimentos, una estimación más exacta respecto a la cantidad total de los macronutrientes que éstos contienen.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto Ritadiab: Programa Iberoamericano de Ciencia y

Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Referencia: 220RT0004.

English summary

SMART INSULIN BOLUS CALCULATOR IN ALEXA AMAZON SKILL FOR PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS AND VISUAL IMPAIRMENT

Abstract

This paper presents a functionality (skill) for the virtual voice assistant Alexa Amazon, as a support tool for patients with diabetes. The logic of the skill was developed as a bolus calculator for patients, considering a model of counting carbohydrates, fats and proteins consumed. Regarding the interaction, it was implemented considering the dialogue between a waiter and a client, the system can register each one of the foods that the user enters and regarding the number of macronutrients that each one of them contains, respond to the patient the total portions consumed and the percentages corresponding to the normal and square insulin bolus. In addition, a database was integrated where the macronutrients of more than 500 foods are found. The results of the research made it possible to validate the use of the application as a support tool for estimating macronutrients in food, being useful for glucose level management.

Keywords: Diabetes mellitus, food, Alexa Amazon, glycemic control, insulin.

Referencias

- [1] A. Almaguer, P. M. Soca, R. Será, M. Soler y R. Oliveros Guerra, "Actualización sobre diabetes mellitus", *Correo Científico Médico*, vol. 16, n.º 2, p. 13, 2012.
- [2] Amazon México. "Accesibilidad de Alexa aprovecha al máximo las funcionalidades de Alexa". Amazon.com.mx. <https://www.amazon.com.mx/AlexaAccesibilidad> (accedido enero 2022).
- [3] And Our Winner is...Sugarpod by Wellpepper! - The Alexa Diabetes Challenge", *The Alexa Diabetes Challenge*, 2017. [Online]. Available: <http://www.alexadiabeteschallenge.com/winner-sugarpod-wellpepper/>.

- [4] A. Gazdecki. "9 mobile technology trends for 2017 (infographic) - bizness apps". *Bizness Apps*.

<https://www.businessapps.com/blog/mobile-technology-trends/> (accedido febrero 2022).

[5] A. Saavedra Montejó. "Oye Siri, Okey Google, Hey Alexa...: Determinantes de la intención de uso de los asistentes virtuales por voz e influencia de la privacidad percibida". *Biblos-e Archivo*. <https://repositorio.uam.es/handle/10486/692318> (accedido enero 2022).

[6] A. Van Brookhoven. "New Alexa design guide: Create engaging alexa skills using situational design". *Amazon Developer Services*. <https://developer.amazon.com/es/blogs/alexa/post/ee0e00c9-37cd-46ac-8695-6552e0885b0/new-alexa-design-guide-create-engaging-alexa-skills-using-situational-design> (accedido febrero 2022).

[7] Digital Guide Iones. "Runtime environment: ¿qué es un sistema en tiempo de ejecución?" Iones. <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/que-es-un-runtime-environment> (accedido febrero 2022).

[8] Endocrine Society. "Pacientes y cuidadores . la diabetes e insulina". *Patient Engagement Endocrine Society*. <https://www.hormone.org/pacientes-y-cuidadores/la-diabetes-e-insulina> (accedido enero 2022).

[9] FatSecret. "FatSecret España - contador de calorías y control de dieta para perder peso". *FatSecret España*. <https://www.fatsecret.es/calorias-nutricion/> (accedido febrero 2022).

[10] FatSecret. "FatSecret México - contador de calorías y control de dieta para perder peso". *FatSecret.México*. <https://www.fatsecret.com.mx/calorias-nutricion/> (accedido febrero 2022).

[11] Fedesp. "FEDE - federación española de diabetes FEDE". *Federación Española de Diabetes FEDE*. <https://fedesp.es/> (accedido febrero 2022).

[12] Glucoup. "Diabetes GluQUO". *GLUCOUP!* <https://glucoup.com/gluquo/> (accedido febrero 2022).

[13] Grupo Investigación NBIO. Tutorial corto de la aplicación de Alexa Amazon Bolo Dual. (9 de noviembre de 2021). [Video en línea]. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=mGj0fqwANIU>

[14] Grupo Investigación NBIO. Tutorial de la aplicación de Alexa Amazon Bolo Dual. (9 de noviembre de 2021). [Video en línea]. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=jYzPQs7G8aw>

[15] J. Cho, "The impact of post-adoption beliefs on the continued use of health apps", *International Journal of Medical Informatics*, vol. 87, pp. 75–83, marzo de 2016.

[16] Kinsta Inc. "Qué es Node.js y por qué debería usarlo". *Kinsta*. <https://kinsta.com/es/base-de-conocimiento/que-es-node-js/> (accedido febrero 2022).

[17] L. P. Jácome Salazar y C. A. Viracocha Molina. "Uso de dispositivos móviles y desarrollo de habilidades sociales en adolescente". *Repositorio Digital Universidad Central de Ecuador*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12753> (accedido enero 2022).

[18] M. Hood, R. Wilson, J. Corsica, L. Brandly, D. Chirinos and A. Vivo, "What do we know about mobile applications for diabetes self-management? A review of reviews", *Journal of Behavioral Medicine* volume, no. 6, pp. 981-994, 2016.

[19] MyFitnessPal. "Contador de calorías, diario de dieta y ejercicios gratuitos". *MyFitnessPal.com*. <https://www.myfitnesspal.com/es/food/search> (accedido febrero de 2022).

[20] nBio. "Dual-Bolus | Grupo de investigación NBIO". *Grupo de investigación NBIO Neuroingeniería biomédica. Bioingeniería*. <https://nbio.umh.es/dual-bolus/> (accedido febrero 2022).

[21] N. Crespo, E. Rosales, R. González, N. Crespo y J. Hernández, "Caracterización de la diabetes mellitus", *Revista Cubana de Medicina General Integral*. Editorial Ciencias Médicas, Ciudad de la Habana, 2003.

[22] One Drop. "One drop: The best in diabetes management". *OneDrop official website*. <https://onedrop.today/> (accedido febrero 2022).

[23] Sediabetes. "Home - SED". *SED*. <https://www.sediabetes.org/> (accedido febrero 2022).

[24] "Welcome to RNIB". *RNIB - See differently*. <https://www.rnib.org.uk/> (accedido enero 2022).



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 CC BY-NC-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>)