

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CALENDARIZACIÓN DE EVENTOS MEDIANTE NOTIFICACIONES
EN DISPOSITIVOS MÓVILES

Trabajo final de investigación aplicada sometido a la consideración de
la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Computación e
Informática para optar al grado y título de Maestría Profesional en
Computación e Informática

FERNANDO ZALDÍVAR COTO

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2019

DEDICATORIA

A mis abuelos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos los profesores que dedicaron su tiempo para que yo fuera un mejor profesional. Quiero extender un agradecimiento especial a Gustavo López Herrera, Kryscia Ramírez Benavides, Luis Quesada Quirós, Luis Guerrero Blanco e Ignacio Díaz Oreiro por su dedicación, esfuerzo y paciencia durante este periodo.

“Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Computación e Informática de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Profesional en Computación e Informática.”

Dr. Marcelo Jenkins Coronas
**Representante del Decano
Sistema de Estudios de Posgrado**

Dr. Gustavo López Herrera
Director de tesis

Dra. Kryscia Ramírez Benavides
Asesor

Dr. Luis Quesada Quirós
Asesor

Dra. Gabriela Marín Raventós
**Directora del Programa de Posgrado en
Computación e Informática**

Fernando Zaldívar Coto
Candidato

CONTENIDO

1. DEDICATORIA	II
2. AGRADECIMIENTOS.....	II
3. LISTA DE FIGURAS	V
4. LISTA DE TABLAS	V
5. RESUMEN	1
6. LICENCIA DE PUBLICACIÓN.....	2
7. INTRODUCCIÓN.....	1
8. MARCO CONCEPTUAL.....	4
9. JUSTIFICACIÓN.....	5
10. OBJETIVOS	6
a. Objetivo General.....	6
b. Objetivo Específicos	6
11. TRABAJO RELACIONADO	7
12. METODOLOGÍA	9
a. Revisión de Literatura.....	9
b. Diseño e Implementación del Prototipo	9
c. Evaluación Piloto	10
d. Evaluación Formal	10
13. MYCALENDAR	11
14. EVALUACIÓN DE MYCALENDAR	14
15. CONCLUSIONES	18
a. Trabajo Futuro	18
16. REFERENCIAS	20
17. ANEXOS	23
a. Anexo 1. Artículo Publicado	23
b. Anexo 2. Encuesta.....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista inicial de MyCalendar.....	11
Figura 2. Notificaciones de MyCalendar	12
Figura 3. Propuesta de cambio para un evento.....	13

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Calificaciones de SUS.....	15
Tabla 2. Resultados individuales del SUS.....	16
Tabla 3. Promedios del SUS por pregunta.....	17

RESUMEN

La interacción con notificaciones se ha convertido en un hábito común para los usuarios de dispositivos móviles. Las notificaciones brindan información valiosa al usuario, sin embargo no se puede realizar una acción a partir de ellas. Lo común es que el usuario tenga que acceder a una aplicación para dar una respuesta a un evento. Se brinda una solución a la calendarización de eventos mediante notificaciones creando acciones a partir de ellas, es decir, sin tener que entrar directamente a una aplicación. Dicha solución se creó utilizando la plataforma de Google Calendar y el lenguaje de programación Swift.

Para poder crear esta solución, se realizó una revisión de literatura que brindó la información sobre lo realizado anteriormente en este tópico. Seguidamente se continuó con el diseño y el desarrollo de una aplicación llamada MyCalendar. Finalmente, se realizó una evaluación para poder determinar la aceptabilidad de MyCalendar dentro del mercado. Los resultados revelaron que la aplicación tuvo una alta aceptación. Dicho esfuerzo fue publicado en la IV Jornada Costarricense de Investigación en Computación e Informática (JoCICI) del año 2019.



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

SEP Sistema de
Estudios de Posgrado

Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Fernando Zaldívar Coto, con cédula de identidad 114620057, en mi condición de autor del TFG titulado Calendarización de eventos mediante notificaciones en dispositivos móviles.

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:

Nombre Completo: Fernando Zaldívar Coto

Número de Carné: A96904 Número de cédula: 114620057

Correo Electrónico: fernandozaldivarcoto@gmail.com

Fecha: 28/ 01/ 2020 . Número de teléfono: 88599567

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Dr. Gustavo López Herrera.

Fernando Zaldívar Coto

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

INTRODUCCIÓN

El principal problema que enfrenta esta investigación es la reprogramación de eventos debido a conflictos en el calendario. También enfrenta la carga la cognitiva del usuario que se presenta cada vez que tiene que revisar el calendario para poder responder a una invitación a un evento.

Una gran cantidad de personas se ven afectadas por estos problemas. Según Stothart, en el 2013, el 91% de la población contaba con un teléfono móvil. La mayoría de ellos son teléfonos inteligentes y los usuarios conviven a diario con las notificaciones [1]. Las personas que más perciben esto son aquellas que tienen una gran carga de actividades que requieren colaboración [2].

Es importante señalar que las notificaciones tienen requisitos para que sean útiles y se logre su cometido final. Estos requisitos incluyen [3]:

- El mensaje debe llegar al usuario correcto.
- El mensaje debe entregarse en el momento adecuado.
- El mensaje debe ser entregado en el lugar correcto.

Una vez que este trabajo de investigación se realizó por completo, los resultados se publicaron en la IV Jornada Costarricense de Investigación en Computación e Informática (JoCICI) que se llevó a cabo el lunes 19 de agosto al martes 20 de agosto del 2019 en la sede central de la Universidad Estatal a Distancia (UNED). El artículo publicado se encuentra en el Anexo 1 de este documento.

En la siguiente sección se presenta la justificación de por qué este ataca una necesidad de un sector de la población y de como la tecnología ayuda a encontrar una solución. Seguidamente se enumeran los objetivos relacionados a este trabajo. En la sección de trabajo relacionado se desarrollará una explicación sobre lo hecho hasta el momento en esta área. Finalmente se propone la metodología a seguir y el cronograma respectivo.

En la justificación se define el valor del trabajo a realizar y el por qué vale la pena los esfuerzos a llevar a cabo.

MARCO CONCEPTUAL

Una notificación en los celulares inteligentes hace referencia a pequeños y concisos mensajes que informan a los usuarios sobre nuevos eventos y actualizaciones [4]. Las notificaciones para calendarización ayudan a que los usuarios organicen su tiempo respecto a las actividades que deben de llevar a cabo durante un lapso determinado. Las notificaciones son la manera más común de alertar al usuario sobre un evento [5].

Este trabajo busca minimizar interrupciones y agilizar las respuestas a un evento de calendario por medio de notificaciones. En ciencias de la computación, una interrupción es definida como un evento que incita a la transición y la reasignación del enfoque de atención de una tarea a otra [6].

Dentro de las herramientas de evaluación utilizadas se encuentra la escala de usabilidad del sistema (System Usability Scale, conocido como SUS por sus siglas en inglés). SUS es un instrumento ampliamente utilizado para evaluar la usabilidad de una amplia gama de productos e interfaces de usuario. El valor principal de SUS es que proporciona una puntuación de referencia única para la opinión de los participantes sobre la usabilidad de un producto o servicio [7].

JUSTIFICACIÓN

La tecnología móvil que existe en este momento permite crear una solución a los problemas que ataca esta investigación, sobre todo a aquellos usuarios que cuenta con una agenda saturada. Agendar una sesión puede convertirse en un problema tomando en cuenta la cantidad de invitados a cada reunión y lo complicado que es crear un espacio para que todos puedan asistir. La tecnología hoy permite simplificar este proceso y la investigación ofrece una solución a ello.

El mercado actual percibe como necesarias a las notificaciones. Los usuarios consideran importante no perder información y es por esto que siguen confiando en las notificaciones como una herramienta útil de actualización [8], a pesar de que muchas son desechadas al no ser relevantes para ellos [9].

La creación de una herramienta que permita una respuesta más rápida a eventos por medio de notificaciones beneficiaría a toda aquella persona que cuenta con una agenda apretada y quiera agilizar sus respuestas.

En los objetivos se especifica los pasos más importantes para solucionar el problema expuesto.

OBJETIVOS

Objetivo General

Simplificar la tarea de calendarización de eventos a través de un sistema de notificaciones para dispositivos móviles.

Objetivo Específicos

1. Diseñar una aplicación para dispositivos móviles que permita al usuario tener un control sobre sus eventos calendarizables y poder responderlos por medio de la notificación.
2. Desarrollar una aplicación para dispositivos móviles que permita responder a notificaciones de calendario, ya sea aceptando, rechazando o proponiendo un cambio para el evento.
3. Evaluar la aplicación con usuarios que utilizan regularmente el calendario electrónico.

TRABAJO RELACIONADO

Para poder conocer lo hecho hasta el momento en notificaciones, se utilizó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles mecanismos existen para entregar notificaciones para calendarización? Los resultados demostraron que no se ha desarrollado un sistema de notificaciones de calendario para teléfonos celulares.

No solo las instituciones académicas han enfocado sus esfuerzos en notificaciones. Las empresas privadas han dado un fuerte impulso y han puesto a sus equipos de investigación a trabajar sobre este tema. Windows promueve un sistema de escritorio de notificaciones denominado Oasis. La principal razón por la que la empresa decidió invertir en notificaciones es que consideran que las personas destinan mucho tiempo a ellas, aunque no sean productivas [10].

IBM ha apostado por las notificaciones debido a que la empresa piensa que las interrupciones generadas en este ámbito son un tema de interacción inteligente (área de sumo interés para la compañía). La empresa ha puesto al servicio de los investigadores las herramientas más nuevas y poderosas de la organización [11].

Otras entidades han utilizado diversos elementos para llamar la atención del usuario y que este no tenga que centrar toda su atención en los sistemas computacionales para saber que tiene una nueva notificación de importancia. Se ha utilizado la casa como instrumento por medio de un timbre y así hacerle saber al usuario que tiene una nueva notificación de prioridad [12].

En el área de dispositivos móviles, las notificaciones se consideran como un agente que les permite diferenciarse de las páginas web [13]. Entrando más a los dispositivos móviles, uno de los esfuerzos que resaltan es el de los autores Abhinav Mehrotra, Mirco Musolesi, Robert Hendley y Velkjo Pejovic [6]. Ellos han logrado publicar dos artículos importantes en este tópico. Los autores muestran su interés en cómo es que las notificaciones interrumpen el día a día de las personas que poseen un teléfono inteligente. Es por eso que contaron con 35 usuarios y alrededor de 70000 notificaciones para su estudio y clasificación [6].

El fin que los autores se proponen es que por medio de dicha clasificación se pueda determinar cuál es el momento adecuado para que cada notificación sea entregada. Los resultados que arrojan se refieren al grado de aceptación de cada notificación que recibe un usuario. El receptor está más anuente a dedicarle tiempo a una notificación que provenga de un familiar o persona que considera importante. Además, los usuarios son conscientes que muchas de las notificaciones que reciben no son de su importancia. Por ende, la notificación interrumpe al usuario según la importancia definida previamente. Como detalle final y trabajo futuro pretenden mejorar las notificaciones desde su interfaz e interacción hasta su contenido [6].

Los mismos autores presentaron el diseño, implementación y evaluación de una aplicación llamada PrefMiner [6]. La aplicación está diseñada para poder seleccionar las notificaciones más importantes (así consideradas por el usuario) y poder evitar la lectura de notificaciones que no son prioridad para el receptor. Lo más rescatable del artículo es cómo se aborda el problema y la clasificación de notificaciones para poder darle al dueño del dispositivo móvil la capacidad de seleccionar la prioridad de las notificaciones. Los autores aseguran que, según su estudio, la aplicación será capaz de desechar aquellas notificaciones que no son de absoluto de interés para el usuario. La aplicación está hecha para Android y se estudia su apertura de código [6].

La aplicación vendrá a llenar el vacío en el mercado previamente mencionado, además será accesible para toda aquella persona que desea entender su comportamiento. En la metodología se explica los pasos a llevar a cabo para que la aplicación sea una realidad.

METODOLOGÍA

Los pasos que se siguieron para conseguir los objetivos propuestos fueron los siguientes.

Revisión de Literatura

Se contestó a la pregunta ¿Cuáles mecanismos existen para entregar notificaciones para calendarización? Con esta pregunta, se determinó cuáles herramientas se han creado para contestar notificaciones de calendario. Se hizo una revisión de lectura. La información se recolectó por medio de artículos de diferentes motores de búsqueda (Springer y ACM). Los artículos que se tuvieron en cuenta están ubicados entre el año 2005 y el año 2018. Este último año es seleccionado debido al gran interés que existe en el artículo “Awareness Supporting Technologies used in Collaborative Systems: A Systematic Literature Review” hecho por Gustavo López y Luis Guerrero. Por otro lado, el año 2005 es tomado como base debido a que en los años siguiente la tecnología para dispositivos móviles aumentó exponencialmente y dichos aparatos se hicieron más accesibles para los usuarios [5].

Diseño e Implementación del Prototipo

Se diseñó la aplicación a través del análisis del sistema de notificaciones en dispositivos móviles. Se buscó que las notificaciones que alertan sobre cierto evento tuviesen la información necesaria para que el usuario tenga la claridad suficiente para tomar una decisión. Se agilizó el proceso de calendarización y se tomó en cuenta las acciones que se pueden realizar con las notificaciones sin la necesidad de que la aplicación esté en el primer plano del teléfono. Además, se desarrolló la aplicación para sistema operativo iOS. Esta tarea se realizó con la tecnología que provee Apple para crear aplicaciones. Está hecha en lenguaje Swift y es soportada para dispositivos móviles Apple cuyo sistema operativo sea mínimo 11. En los dispositivos móviles con sistema operativo iOS existen 2 tipos de notificaciones: locales y remotas [14]. Para fines ilustrativos se utilizan las instrucciones locales debido a que las notificaciones remotas necesitan que exista un sistema centralizado que se encargue de mandar la información necesaria. En cambio, las notificaciones locales no necesitan la ayuda de ningún otro software.

Evaluación Piloto

Se evaluó la funcionalidad de la aplicación con estudiantes de la maestría en Ciencias de la Computación en el curso PF – 3849 Diseño de la Interfaz Humano Computador del segundo ciclo del año 2018 con los profesores Luis Guerrero y Gustavo López. Se mostró un prototipo de la aplicación y se preguntó a los alumnos por áreas de mejoras.

Evaluación Formal

La evaluación se hizo a través de la escala de usabilidad del sistema (System Usability Scale, conocido como SUS por sus siglas en inglés) [16]. La aplicación fue usada por 30 participantes y luego procedieron a contestar las preguntas que dicta SUS. En el Anexo 2 se encuentran la encuesta completa.

MYCALENDAR

MyCalendar es el nombre que recibe la aplicación que se creó para solucionar el problema expuesto. La aplicación permite responder a eventos de calendarización por medio de notificaciones. Su principal característica es que no es necesario abrir la aplicación del calendario para poder responder a un evento, lo cual le permite al usuario una capacidad de respuesta más ágil. En la Figura 1 se puede apreciar la vista inicial de la aplicación.

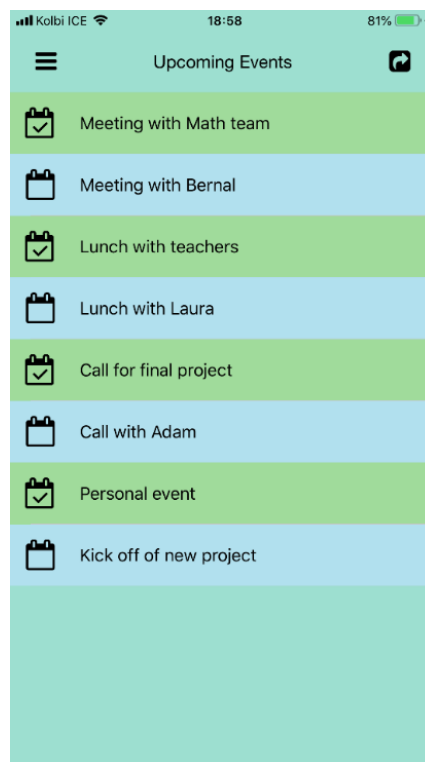


Figura 1. Vista inicial de MyCalendar.

La aplicación lista los eventos que el usuario tiene registrado en su calendario de Google para el futuro inmediato. Los eventos están ordenados por orden cronológico. Los posibles estados de un evento son: aceptado, tentativo, cancelado, declinado y necesita acción. Cada estado de un evento es identificado por un color diferente para que el usuario pueda distinguirlo de manera más sencilla. Además, cuenta con un ícono distintivo para cada estado y así poder distinguir aun más el estado del evento.

A partir de iOS 8, las notificaciones cuentan con un menú de opciones para poder interactuar con ellas. MyCalendar pretende hacer uso de este menú para poder cambiar el estado de aquellas notificaciones que se encuentran esperando una acción. La aplicación tiene la capacidad de determinar si un evento tiene un conflicto de horario con otro evento. Debido a esta razón, MyCalendar despliega un menú diferente para cada evento según su relación con otros eventos. En caso en que el evento no coincida con otro, el menú contará con las opciones:

- Aceptar: el evento cambia a estado aceptado.
- Declinar: el evento cambia a estado declinado.

En la Figura 2 se muestra como interactúa MyCalendar con las notificaciones.

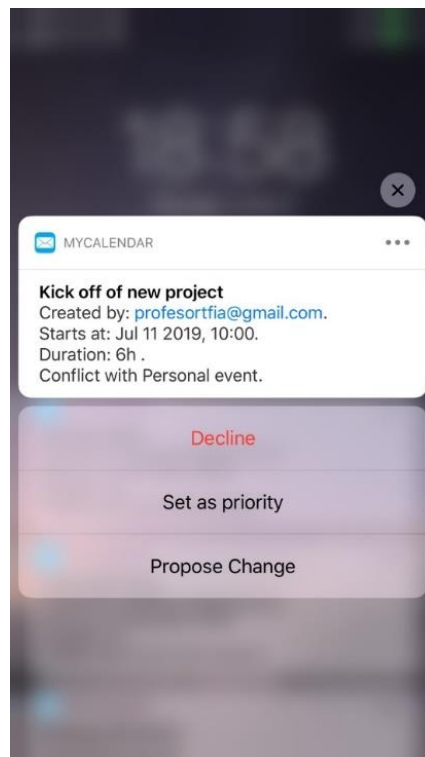


Figura 2. Notificaciones de MyCalendar

En caso de que la aplicación coincida con uno o más eventos, el menú se ajustará para su correcto uso. En estas circunstancias el menú contará con las opciones:

- Declinar: el evento cambia a estado declinado.

- Establecer como prioridad: el evento cambia a estado aceptado y los demás eventos que coinciden pasan a estado cancelado en caso de que el mismo usuario sea el anfitrión o declinado cuando el anfitrión es otra persona.
- Proponer cambio: la aplicación abrirá una pantalla donde se puede observar la información de los eventos en conflicto. También se le da la opción de proponer un cambio al usuario. En caso de realizar dicho cambio, se crea un evento nuevo con el mismo detalle y se pone en estado declinado el evento propuesto. En la Figura 3 aparece la vista que propone un cambio de horario para el evento.

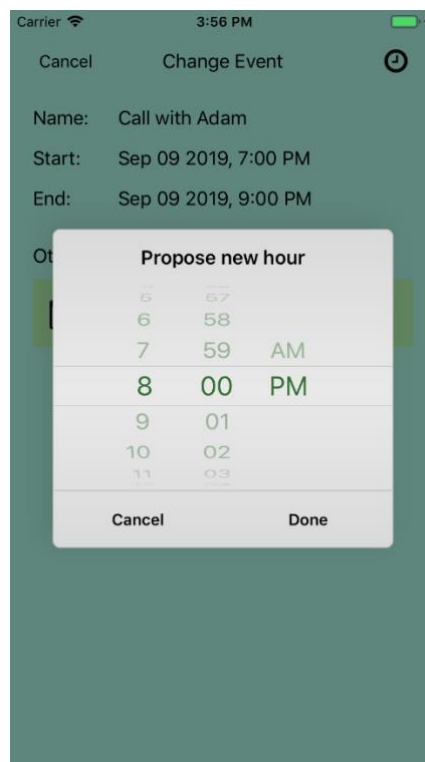


Figura 3. Propuesta de cambio para un evento.

EVALUACIÓN DE MYCALENDAR

La funcionalidad de MyCalendar fue evaluada por 30 miembros de la Escuela de Ciencias de Computación e Informática la Universidad de Costa Rica (25 hombres y 5 mujeres). Los participantes eran estudiantes y profesores con edades entre los 20 y 50 años. Antes de que cada participante completara la evaluación por medio del SUS, se les dio un guion para que usaran las funcionalidades de la aplicación. Seguidamente, pasaron a completar el SUS. Las afirmaciones se contestaban con la escala Likert, donde 1 significaba totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo. SUS consta de las siguiente afirmaciones:

1. Pienso que me gustaría usar este sistema frecuentemente.
2. Encuentro el sistema innecesariamente complejo.
3. Pienso que el sistema es fácil de usar.
4. Pienso que necesitaría ayuda técnica de una persona para usar el sistema.
5. Pienso que las funciones del sistema están bien integradas.
6. Pienso que hay mucha inconsistencia en el sistema.
7. Pienso que las personas aprenderían a usar rápido el sistema.
8. Encontré el sistema muy complicado de usar.
9. Me siento muy seguro usando el sistema
10. Necesitaba aprender muchas cosas antes de poder seguir adelante con el sistema.

Para calcular el valor del SUS, las afirmaciones impares tendrán un valor de su posición menos 1. Es decir, si un usuario marca la casilla 5, su valor será 4. En las afirmaciones pares, el valor se obtiene restándole a 5 la posición escogida. En caso de seleccionar la casilla 2, el valor será de 3, ya que $5 - 2 = 3$. Una vez obtenidos todos los valores, se suman. El número obtenido estará entre 0 y 100 [15]. Las calificaciones del SUS se dividen de la siguiente manera:

SUS Score	Grade	Adjective Rating
> 80.3	A	Excellent
68 – 80.3	B	Good
68	C	Okay
51 – 68	D	Poor
< 51	F	Awful

Tabla 1. Calificaciones de SUS.

MyCalendar obtuvo un puntaje de 84,7, el cual lo ubica como una aplicación excelente en cuanto a usabilidad, según el SUS. La mediana fue de 87,5, el primer cuartil de 80 y el tercer cuartil 90. Los resultados completos fueron los siguientes:

	AGE	GENDER	SUS SCORE
Participant 1	22	M	95,0
Participant 2	26	M	77,5
Participant 3	20	M	97,5
Participant 4	21	F	100,0
Participant 5	20	M	92,5
Participant 6	20	M	87,5
Participant 7	22	F	95,0
Participant 8	23	M	90,0
Participant 9	21	M	90,0
Participant 10	20	F	82,5
Participant 11	21	M	60,0
Participant 12	38	M	90,0
Participant 13	29	M	77,5
Participant 14	50	M	90,0
Participant 15	55	M	90,0
Participant 16	22	F	80,0
Participant 17	24	M	82,5
Participant 18	26	M	80,0
Participant 19	31	M	80,0
Participant 20	25	F	100,0
Participant 21	23	M	82,5
Participant 22	24	M	87,5
Participant 23	30	M	65,0
Participant 24	40	M	82,5
Participant 25	26	M	95,0
Participant 26	23	M	87,5
Participant 27	34	M	75,0
Participant 28	25	M	57,5
Participant 29	26	M	90,0
Participant 30	24	M	80,0

Tabla 2. Resultados individuales del SUS.

El promedio de cada una de las afirmaciones fue el siguiente:

AFIRMACIÓN	PROMEDIO
Pienso que me gustaría usar este sistema frecuentemente.	4,30
Encuentro el sistema innecesariamente complejo.	1,77
Pienso que el sistema es fácil de usar.	4,40
Pienso que necesitaría ayuda técnica de una persona para usar el sistema.	1,77
Pienso que las funciones del sistema están bien integradas.	4,53
Pienso que hay mucha inconsistencia en el sistema.	1,37
Pienso que las personas aprenderían a usar rápido el sistema.	4,37
Encontré el sistema muy complicado de usar.	1,47
Me siento muy seguro usando el sistema.	4,20
Necesitaba aprender muchas cosas antes de poder seguir adelante con el sistema.	1,57

Tabla 3. Promedios del SUS por pregunta.

La afirmación con el promedio más alto fue la quinta (“Pienso que las funciones del sistema están bien integradas”) con un 4.53, lo cual nos indica lo bien hecha que está la integración entre MyCalendar, las notificaciones de Apple y el Calendario de Google. Por otro lado, las dos afirmaciones que tuvieron una mayor percepción negativa fueron la segunda (“Encuentro el sistema innecesariamente complejo”) y la cuarta (“Pienso que necesitaría ayuda técnica de una persona para usar el sistema”), ambos con un puntaje de 1.77. A pesar de que ambas tuvieron el mayor puntaje negativo, el número es bastante bajo, ya que ni siquiera llega a 2.

Una vez finalizado el SUS, se les hacía una pregunta abierta y opcional sobre qué pensaban de la aplicación en general. Las principales reacciones fueron:

1. “Yo pienso que es una excelente idea y una herramienta con mucho potencial.”
(Hombre, 20 años)
2. “Muy intuitiva, puede llegar a ser muy útil.” (Hombre, 38 años)
3. “Excelente interacción y adaptación al calendario de Google.” (Mujer, 25 años)

CONCLUSIONES

En esta investigación se diseñó una aplicación para dispositivos móviles que permite una fácil respuesta para eventos calendarizables por medio de notificaciones. Dentro de sus principales características es el fácil entendimiento de su interfaz para que el usuario pueda interactuar de una manera más sencilla y ágil. El diseño permite que los usuarios tengan el conocimiento suficiente de lo que está sucediendo alrededor de sus eventos y brinda la información necesaria para que el usuario pueda tomar una decisión.

Se implementó una aplicación que permite responder a una invitación de un evento calendarizable. La implementación de esta aplicación está basada en 3 pilares:

1. Conexión con Google Calendar: su implementación se llevó a cabo gracias a las librerías que Google provee para poder responder a un evento calendarizable.
2. Swift: la implementación se llevó a cabo para dispositivos móviles con sistema operativo iOS. Swift permite el desarrollo de aplicaciones para esa plataforma.
3. Notificaciones: son fundamentales en esta aplicación, ya que dan la agilidad y capacidad de respuesta necesaria para poder contestar a las invitaciones de eventos calendarizables que un usuario tiene disponible.

Finalmente, se evaluó la aplicación haciendo uso del SUS donde se obtuvo un resultado de 84,7. Dentro de la escala del SUS, este número hace referencia a una aplicación con una usabilidad excelente. Los resultados de esta evaluación permitieron conocer que la aplicación tiene un alto nivel de aceptación dentro del mercado y que logra su objetivo para responder a invitaciones de eventos de calendario a través de notificaciones. La tecnología existente permite la creación de una plataforma que sea lo suficientemente sólida para que el proceso de respuesta a un evento sea más sencilla y ágil.

Trabajo Futuro

La aplicación cumple con la respuesta a eventos, pero el siguiente paso debe ser crear mayor funcionalidad para poder tener una aplicación completa. Lo que se pretende es que

la aplicación pueda crear un evento y poder satisfacer todas las demandas del usuario: ajuste de tiempo, agregar invitados, detalle de la reunión, etc.

Se utilizó el calendario de Google por ser uno de los medios más comunes para ordenar una agenda, pero también se pretende sincronizar con otros calendarios que cuentan con muchos usuarios, como la agenda que traen por defecto los celulares inteligentes. Ya se ha hecho una investigación al respecto y se cuenta con el conocimiento necesario para involucrar esta característica.

Muchos de las personas que participaron en la evaluación, solicitaron la creación de la aplicación para el sistema operativo Android. Es una idea sumamente interesante porque permite expandir el mercado de la aplicación e involucrar a personas de nuevas tecnologías en el proyecto.

REFERENCIAS

- [1] Stothart, Cary; Mitchum, Ainsley ; Yehnert, Courtney Enns, James T. (editor). The attentional cost of receiving a cell phone notification. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2015, Vol.41(4), pp.893-897. <http://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2Fxhp0000100>.
- [2] Ardissono, Liliana y Bosio, Gianni. 2012. Context-dependent awareness support in open collaboration environments. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 22, 3: 223–254. <http://doi.org/10.1007/s11257-011-9100-1>.
- [3] Armenatzoglou, Nikos, Yannis Marketakis, Lito Kriara, Elias Apostolopoulos, Vicky Papavasiliou, Dimitris Kampas, Alexandros Kapravelos, Eythimis Kartsonakis, Giorgos Linardakis, Sofia Nikitaki, Antonis Bikakis y Grigoris Antoniou: *FleXConf: A Flexible Conference Assistant Using Context-Aware Notification Services*, páginas 108–117. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2009, ISBN 978-3-642-05290-3. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-05290-3_20.
- [4] Utku Hacer, Afra Mashhadi, Claudio Forlivesi, Fahim Kawsar: Energy Efficient Scheduling for Mobile Push Notifications. *EAI Endorsed Transactions on Energy Web*, 11 de agosto 2015, EW. <http://eudl.eu/doi/10.4108/eai.22-7-2015.2260067>.
- [5] Lopez, Gustavo y Luis A. Guerrero: Awareness Supporting Technologies Used in Collaborative Systems: A Systematic Literature Review. En *Proceedings of the 2017 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing, CSCW '17*, páginas 808–820, New York, NY, USA, 2017. ACM, ISBN 978-1-4503-4335-0. <http://doi.acm.org/10.1145/2998181.2998281>.
- [6] Mehrotra, Abhinav Musolesi, Mirco ; Hendley, Robert. A framework for intelligent mobile notifications. Ph.D. thesis. University of Birmingham 2017. <http://etheses.bham.ac.uk/7440/>.
- [7] A. Martins, A. Rosa, A. Queirós, A. Silva, N. Pacheco Rocha, European Portuguese Validation of the System Usability Scale (SUS), *Procedia Computer Science*,

Volume 67, 2015, Pages 293-300, ISSN 1877-0509,
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.273>.

[8] Shamsi T Iqbal and Eric Horvitz. Notifications and awareness: a field study of alert usage and preferences. In CSCW'10, pages 27–30. ACM, February 2010.

[9] Joel E Fischer, Nick Yee, Victoria Bellotti, Nathan Good, Steve Benford, and Chris Greenhalgh. Effects of content and time of delivery on receptivity to mobile interruptions. In MobileHCI'10, pages 103–112. ACM, September 2010.

[10] Iqbal, Shamsi T. y Brian P. Bailey: Oasis: A Framework for Linking Notification Delivery to the Perceptual Structure of Goal-directed Tasks. ACM Trans. Comput.-Hum. Interact., 17(4):15:1–15:28, Diciembre 2010, ISSN 1073-0516.
<http://doi.acm.org/10.1145/1879831.1879833>.

[11] McGrenere, Joanna, Jin Li, Jimmy Lo y Elena Litani: Designing Effective Notifications for Collaborative Development Environments, páginas 65–87. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2010, ISBN 978-3-642-16599-3.
http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-16599-3_6.

[12] Vastenburger, Martijn H., David V. Keyson y Huib Ridder: Considerate Home Notification Systems: A Field Study of Acceptability of Notifications in the Home. Personal Ubiquitous Comput., 12(8):555–566, Noviembre 2008, ISSN 1617-4909.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00779-007-0176-x>.

[13] T.F. Chow, K. Wing Sung, H. M. Meng, K. Ho Wong, G. KS Leung, Y. Kuo, K.F. Tsoi, "Utilizing Real-Time Travel Information Mobile Applications and Wearable Devices for Smart Public Transportation", Cloud Computing and Big Data (CCBD) 2016 7th International Conference on, pp. 138-144, 2016.

[14] Documentación Apple, User Notifications, 2018, Recuperado de <https://developer.apple.com/documentation/usernotifications>.

[15] Ana Isabel Martins, Ana Filipa Rosa, Alexandra Queirós, Anabela Silva, Nelson Pacheco Rocha, European Portuguese Validation of the System Usability Scale (SUS),

Procedia Computer Science, Volume 67, 2015, Pages 293-300, ISSN 1877-0509, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.273>.

[16] J. Brooke. SUS - A quick and dirty usability scale. *Usability Eval. Ind.*, 1996, 189 (194), pp. 4-7.

ANEXOS

Anexo 1. Artículo Publicado

Este anexo incluye el texto completo del artículo publicado en las Jornadas Costarricenses de Investigación en Computación e Informática (JoCICI 2019).

Scheduling of events through notifications in mobile devices

Fernando Zaldivar Coto
University of Costa Rica
San José, Costa Rica
fernando.zaldivar@ucr.ac.cr

Gustavo López Herrera
University of Costa Rica
San José, Costa Rica
gustavo.lopez_h@ucr.ac.cr

Luis Quesada Quirós
University of Costa Rica
San José, Costa Rica
luis.quesada@ecci.ucr.ac.cr

Kryscia Ramirez Benavides
University of Costa Rica
San José, Costa Rica
kryscia.ramirez@ecci.ucr.ac.cr

Abstract— It is very common to interact with notifications every day with our mobile devices. Notifications have advantages and disadvantages. They bring information for the user, but they are also interruptions. In this study, the authors provide a solution for scheduling events through notifications. They created an application using the Google Calendar platform and the Swift programming language to respond to events through notifications. Then, the participants evaluated the application through the usability scale of the system (SUS), and the results were positive. The authors received excellent comments and feedback from the participants in the evaluation.

Keywords— *Events, Notifications, Mobile devices, Scheduling events, Mobile notifications*

I. INTRODUCTION

Notification in smartphones refers to small and concise messages that inform users about new events and updates [1]. Notifications have become a common feature that users deal with every day. Although notifications are useful for providing immediate information, they can also be disruptive [2].

Many applications saturate users with notifications. However, notifications are the most common way to alert the user about an event [3] and the amount of notifications can become a problem. It is very tempting to add notifications to an application. The owners of the application always want to share information about their products in all ways.

Several problems are addressed in this research; the main one is reprogramming events due to conflicts in the calendar through notifications. It also reduces the cognitive load of the user that appears every time he must review the calendar to determine his availability.

Many users are affected by these problems. According to Stohart, in 2013, 91% of the population had a mobile phone. Most of them are smartphones and leave users with daily notifications [4]. The people who most perceive this are those who have a large load of activities that require cooperation [5]. Specially when notifications cause interruptions [6].

There are some guidelines to develop notifications [7] that were considered in this research. The main goal of this study is to simplify the task of scheduling events through a notification

system for mobile devices. The mobile technology that exists at this moment provides a solution to the problems that this research addresses, mainly to those users who have a very tight calendar. Scheduling a session can become a problem considering the number of guests at each meeting and how complicated it is to create a space for everyone to attend.

The solution provided was tested using the System Usability Scale (SUS). SUS is a widely used self-administered instrument for the evaluation of usability of a wide range of products and user interfaces. The principal value of the SUS is that it provides a single reference score for participants' view of the usability of a product or service [8].

The structure of this paper is the following: Section 2, provides information about the background context. It talks about the tools for the existing calendar and its direct relationship with notifications. In Section 3, the authors present how the solution was created. They talk about the software and the technical details that help them build it. Then, in Section 4, the reader will find the results and the discussion. Finally, the authors show the conclusions about this research.

II. BACKGROUND

To know what has been done so far in scheduling through notifications, the following research question was used. What mechanisms exist to deliver notifications for scheduling? The results showed that a calendar notification system for smartphones had not been developed through notifications.

Academic institutions and the private industry have focused their efforts on notifications. Companies have given a strong boost and have put their research teams to work on this issue. Windows promotes a desktop notification system called Oasis. The main reason why the company decided to invest in notifications is that they consider that people spend a lot of time in them, even if the notifications are not productive [9]. IBM has opted for notifications because the company believes that the interruptions generated in this area are a subject of intelligent interaction (area of great interest to IBM). The company has facilitated researchers with the newest and most powerful tools of the organization [10]. Other companies have used bridges to get the attention of the user and do not have to focus all their

attention on the computer systems to know that they have a new notification of importance. The house has been used as an instrument to attract the attention of the user. In this case, the doorbell of the house rings and warns the user that he has a new priority notification [11].

An outstanding effort in this area is from the authors Abhinav Mehrotra, Mirco Musolesi, Robert Hendley and Veljko Pejovic. They have published two important articles about this topic. The authors show their interest in how notifications interrupt the day of smartphone owners. That is why they had 35 users for their research and made around 70,000 notifications for study and classification. The authors propose to create a classification that can determine what the right time for each notification to be delivered is. The results refer to the degree of acceptance of each notification a user receives. The recipient is more willing to devote time to a notification that comes from a relative or person who considers important. In addition, users are aware that many of the notifications they receive are not of their importance. Therefore, the notification interrupts the user according to the previously defined importance. As a final detail and future work, they intend to improve notifications from their interface and interaction with its content [12].

The same authors present the design, implementation, and evaluation of an application called PrefMiner. The application is designed to be able to select the most important notifications (considered by the user) and to avoid reading notifications that are not a priority for the recipient. The most important thing in the article is how the problem is addressed and the classification of notifications in order to give the owner of the mobile device the ability to select the priority of notifications. The authors claim that, according to their study, the application will be able to discard those notifications that are not of absolute interest to the user. The application is made for Android and the opening of the code will be evaluated [12].

On the other hand, the current market perceives the notifications as necessary. Without notifications, the mobile application is no longer distinctive from a web application [13]. Users consider it essential not to lose information and this is why they continue to rely on notifications as a useful tool for updating [14], even though many are discarded because they are not relevant to them [15].

Calculating the number of notifications that a person receives daily is very difficult since it depends on the number of contacts that the user communicates with frequently. Calculations should consider that each application on your cell phone may ask you if you want to receive push notifications. Finally, for scheduling, at least one notification must be added for each event that exists in the user's agenda.

III. NOTIFICATION MANAGEMENT

In 2005, the technology for mobile devices increased exponentially and these devices became more accessible for users [3]. Taking advantage of this, the authors of this article have created a mobile application for iOS called My Calendar. The application was designed through the analysis of the notification system on mobile devices. In My Calendar, notifications alert each event in a user's calendar. Each

notification has the necessary information so that the user has enough clarity to decide what to do with the event. The notification provides the duration of the event, start time, end time, brief description, and whether or not it collides with another event. The application makes the scheduling process faster and considers the actions that can be performed with the notifications without the need for it to be in the foreground of the phone.

It was decided to create the application for iOS because it is the area of expertise of the team. The application was created in Swift 4 and is supported by iOS 11. On mobile devices with iOS there are two types of notifications: local and remote [16]. My Calendar uses local notifications because remote notifications require that there is a centralized system that is responsible for sending the necessary information. In contrast, local notifications do not need the help of any other software.

In order to work with real events, the application uses Google Calendar. Google Calendar is a free time-management web application. Events are stored online, meaning that the calendar can be viewed from any location that has Internet access [17]. My Calendar connects with Google Calendar [18] through a Google account. In this way, the application interacts with real events through the Google Calendar API [19].

The architecture of My Calendar is based on the Model View Controller (MVC) pattern. In MVC, objects are divided by their purpose. Model objects manage the app's data and business logic. View objects provide the visual representation of the data. Controller objects act as a bridge between model and view objects, moving data between them at appropriate times [19]. The benefits of adopting this pattern are numerous. Many objects in iOS applications tend to be more reusable, and their interfaces tend to be better defined [20].

My calendar shows all future events in a table view. According to Google, there are four states for an event [21]:

- Needs action: The user has not responded to the invitation.
- Declined: The user has declined the invitation.
- Tentative: The user has tentatively accepted the invitation.
- Accepted: The user has accepted the invitation.

When an event has a needs action or tentative status, the background of the cell is light blue. If an event has accepted status, the background of the cell is green. If an event has declined status, the event is not displayed in the table view. For each event that has the status of needs action, My Calendar sends a notification to the mobile device. The notification has the ID of the event. The ID gives all the information that the user needs from the event. If the user has a free space during this event, the notification is going to show a menu with only two options:

- 1 Accept: the event is going to change to accepted.
- 2 Decline: the event is going to change to declined.

In case there is already another event at the same time, the notification is going to show a menu with three options:

1. Set as priority: the event is going to change to accepted, and the other event is going to change to declined.
2. Decline: the event is going to change to declined.
3. Propose change: the application is going to be in foreground, and it is going to show a view where the user can change the date and the time of the event. If the user decides to change time or date in the event, the original event will not change. Instead, it is going to create a new event with the same data as the original event and send an invitation to the organizer of the first event. This is because only the organizer has the power to change the time of an event. When the user finishes the change, the application will show the home view with the events table view.



Fig. 1. Home page of My Calendar.

The evaluation was done through the system usability scale (SUS) [8]. The application will be used by 30 participants and then proceed to answer the questions dictated by SUS. The authors chose SUS for the advantages it offers [22]:

- It is quick and easy to fill.
- It provides a single score on a scale that is easily understood by the wide range of people.
- It is a nonproprietary survey, making it a cost-effective tool.

The SUS questionnaire consists in ten statements about the usability of the application. SUS provides a scale for 1 to 5 where 1 means strongly disagree and 5 strongly agree. The statements are:

1. I think that I would like to use this system frequently.
2. I found the system unnecessarily complex.
3. I thought the system was easy to use.
4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system.
5. I found the various functions in this system were all integrated.
6. I thought there was too much inconsistency in this system.
7. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly.
8. I found the system very cumbersome to use.
9. I felt very confident using the system.
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with the system.

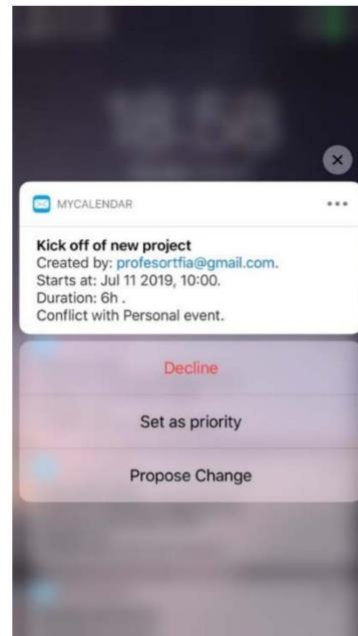


Fig. 2. Notification menu for event.

To answer the SUS questionnaire, participants use the Likert scale. In this scale the first value (1) means that they totally disagree with the statement and the last value (5) means that they strongly agree with the statement.

To calculate the SUS score, first sum the score contributions from each item. Each item's score contribution will range from 0 to 4. For items 1,3,5,7 and 9 the score contribution is the scale position minus 1. For items 2,4,6,8 and 10, the contribution is 5 minus the scale position. Multiply the sum of the scores by 2.5 to obtain the overall value of SUS. SUS scores have a range of 0 to 100 [23].

IV. RESULTS

The 30 participants are students and professors of the school of computer science of the University of Costa Rica. The age of the members of the group was between 20 and 50 years old. All the participants complete the process. They used the application and then answered the SUS questionnaire. The researchers did this questionnaire to 25 men and 5 women. Also, they created a script for the users with thirteen steps. In this script, they had to interact with the application. They were shown all the possible scenarios of the application. Every user showed interest in the application and they found that the application is easy to use. The average time for each user who interacted with the application was five minutes. For the questionnaire, the average time was two minutes.

Figure 3 shows the results of the SUS questionnaire. The SUS result was 84.7. According to SUS scale, each score above 68 should be considered above average [8]. In addition, if the score is higher than 80, it means that the application is excellent according to usability [23]. The median is 87.5, the first quartile is 80 and the third quartile is 90.



Fig. 3. SUS results.

After the questionnaire, the users were asked if they had any comments about the application. The authors received good comments. Some of them are:

- "I think it is an excellent idea and a tool with a lot of potential."
- "Quite intuitive, it can be very useful."
- "Excellent interaction and adaptation to Google Calendar."

In Table 1, the statement with the highest average is: "I found the various functions in this system were all integrated." This means that the application was created and integrated in a simple way that simplifies the responses for scheduling events. Statements 2 (I found the system unnecessarily complex) and 4 (I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system) are the highest values in the negative statement. These are the two improvements points to focus on the future.

	AVERAGE
Statement 1	4.30
Statement 2	1.77
Statement 3	4.40
Statement 4	1.77
Statement 5	4.53
Statement 6	1.37
Statement 7	4.37
Statement 8	1.47
Statement 9	4.20
Statement 10	1.57

Table 1. SUS Statements Average.

The authors were very satisfied with these answers. All the averages were as they expected. In Table 2 are the SUS scores for each participant.

	AGE	GENDER	SUS SCORE
Participant 1	22	M	95
Participant 2	26	M	77.5
Participant 3	20	M	97.5
Participant 4	21	F	100
Participant 5	20	M	92.5
Participant 6	20	M	87.5
Participant 7	22	F	95
Participant 8	23	M	90
Participant 9	21	M	90
Participant 10	20	F	82.5
Participant 11	21	M	60
Participant 12	38	M	90
Participant 13	29	M	77.5
Participant 14	50	M	90
Participant 15	55	M	90
Participant 16	22	F	80
Participant 17	24	M	82.5
Participant 18	26	M	80
Participant 19	31	M	80
Participant 20	25	F	100
Participant 21	23	M	82.5
Participant 22	24	M	87.5
Participant 23	30	M	65
Participant 24	40	M	82.5
Participant 25	26	M	95
Participant 26	23	M	87.5
Participant 27	34	M	75
Participant 28	25	M	57.5
Participant 29	26	M	90
Participant 30	24	M	80

Table 2. SUS Final Results.

V. CONCLUSIONS

With the development and evaluation of the application, it is perceived that it is a product that would fit very well in the market. The previous research is a sample of the efforts made by different organizations so that users can react more quickly to invitations for events. According to the results, the researchers created a useful application to respond scheduling events through notifications.

My Calendar is able to respond with a personalized notification. It is not necessary to open the application. This is because the main objective of this research was to simplify and speed up the responses to schedule events. If the user is a person who has many meetings during the week, he will appreciate My Calendar more, but it is not necessary to have this profile to perceive the advantages offered by this application.

The notifications are effective to respond with ease and agility to a calendar event. SUS allowed to confirm that the application would be successful among users. During the interviews, many of them asked if the application was going to be available for Android. This shows the interest that My Calendar achieved.

For future work, it will be evaluated to take the application to the market and create a version for mobile phones with a different operating system. The authors also have to validate the impact of operating systems on the usability of the application because notifications work differently between Android and iOS.

It is important to add new features to create a more complete application. One of the ideas is to create events from the app with all the tasks that are needed: select datetime, invites and periodicity.

ACKNOWLEDGMENT

This work was partially supported by Centro de Investigaciones en Tecnologías de la Información y Comunicación (CITIC), Escuela de Ciencias de la Computación e Informática (ECCI) both at Universidad de Costa Rica. Grant No. 834-B6-178.

REFERENCES

- [1] U. Ilacer, A. Mashhadi, C. Forlivesi, F. Kawasar. Energy Efficient Scheduling for Mobile Push Notifications. *EAI Endorsed Transactions on Energy Web*, August 11th 2015. EW.
- [2] A. Mashhadi, A. Mathur, and F. Kawasar. The myth of subtle notifications. In *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct Publication*, pages 111–114. ACM, 2014.
- [3] G. Lopez y L. A. Guerrero: Awareness Supporting Technologies Used in Collaborative Systems: A Systematic Literature Review. *Proceedings of the 2017 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing, CSCW '17*, pages 808–820, New York, NY, USA, 2017. ACM. ISBN 978-1-4503-4335-0. <http://doi.acm.org/10.1145/2998181.2998281>.
- [4] C. Stothart, Mitchum, Ainsley; Yehner, E. Courtney, T. James. (editor). The attentional cost of receiving a cell phone notification. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2015, Vol.41(4), pp.893-897. <http://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F-xhp0000100>.
- [5] Ardissono, Liliana y Bosio, Gianni. 2012. Context-dependent awareness support in open collaboration environments. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 22, 3: 223–254. <http://doi.org/10.1007/s11257-011-9100-1>.
- [6] A. Mehrotra, M. Musolesi, R. Hendley. A framework for intelligent mobile notifications. Ph.D. thesis. University of Birmingham 2017. <http://theses.bham.ac.uk/7440/>.
- [7] N. Armenatzoglou, M. Yannis, K. Lito, E. Apostolo-poulos, V. Papavasiliou, D. Kampas, A. Kapravelos, E. Kartsonakis, G. Linardakis, S. Nikitaki, A. Bi-kakis y G. Antoniou: *FlexConf: A Flexible Conference Assistant Using Context-Aware Notification Services*, pages 108–117. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2009, ISBN 978-3-642-05290-3.
- [8] A. Martins, A. Rosa, A. Queirós, A. Silva, N. Pacheco Rocha. European Portuguese Validation of the System Usability Scale (SUS). *Procedia Computer Science*, Volume 67, 2015, Pages 293-300, ISSN 1877-0509, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.273>.
- [9] S. Iqbal, T. Brian, P. Bailey: Oasis: A Framework for Linking Notification Delivery to the Perceptual Structure of Goal-directed Tasks. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 17(4):15:1–15:28, December 2010, ISSN 1073-0516. <http://doi.acm.org/10.1145/1879831.1879833>.
- [10] J.McGrener, J. Li, J. Lo y E. Litani: *Designing Effective Notifications for Collaborative Development Environments*, pages 65–87. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2010, ISBN 978-3-642-16599-3. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-16599-3_6.
- [11] M. Vastenburg, H. David V. Keyson y H.Ridder: Considerate Home Notification Systems: A Field Study of Acceptability of Notifications in the Home. *Personal Ubiquitous Comput.*, 12(8):555–566, Noviembre 2008, ISSN 1617-4909. <http://dx.doi.org/10.1007/s00779-007-0176-x>.
- [12] Abhinav Mehrotra, Robert Hendley, and Mirco Musolesi. 2017. Interpretable Machine Learning for Mobile Notification Management: An Overview of PrefMiner. *GetMobile: Mobile Comp. and Comm.* 21, 2 (August 2017), 35-38. DOI: <https://doi.org/10.1145/3131214.3131225>
- [13] T.F. Chow, K. Wing Sung, H. M. Meng, K. Ho Wong, G. KS Leung, Y. Kuo, K.F. Tsoi, "Utilizing Real-Time Travel Information Mobile Applications and Wearable Devices for Smart Public Transportation", *Cloud Computing and Big Data (CCBD) 2016 7th International Conference on*, pp. 138-144, 2016.
- [14] S. Iqbal and E. Horvitz. Notifications and awareness: a field study of alert usage and preferences. In *CSCW'10*, pages 27–30. ACM, February 2010.

- [15] J. Fischer, N. Yee, V. Bellotti, N. Good, S. Benford, and C. Greenhalgh. Effects of content and time of delivery on receptivity to mobile interruptions. In *MobileHCT'10*, pages 103–112. ACM, September 2010.
- [16] Apple documentation, User Notifications, 2019, Recovered from <https://developer.apple.com/documentation/usernotifications>.
- [17] T. Sviridova, L. Sviridova and B. Tymoshenko, "Google Apps as solution of communication issues in educational process," *Perspective Technologies and Methods in MEMS Design*, Polyana, 2011, pp. 183-184.
- [18] Google Inc (2019) "Google Calendar Overview" [online]. Available <http://www.google.com/intl/en/googlecalendar/about.html>.
- [19] Google Inc (2019) "Calendar API" [online]. Available <https://developers.google.com/calendar/>
- [20] About App Development with UIKit, 2019, Recovered from https://developer.apple.com/documentation/uikit/about_app_development_with_uikit
- [21] T. Iulia-Maria and H. Ciocarlie, "Best practices in iPhone programming: Model-view-controller architecture — Carousel component development," 2011 IEEE EUROCON - International Conference on Computer as a Tool, Lisbon, 2011, pp. 1-4.
- [22] doi: 10.1109/EUROCON.2011.5929308
- [23] keywords: {mobile handsets;operating systems (computers);programming environments;iPhone programming,model-view-controller architecture,multimedia application;Animation;Data models;XML;Best practices;Servers;Programming;Computer architecture;iPhone;MVC;Carousel;Model;View;Controller},
- [24] W. From. SUS: a retrospective. *J. Usability Stud.*, 2013, 8(2), pp. 29-40.
- [25] J. Brooke. SUS - A quick and dirty usability scale. *Usability Eval. Ind.*, 1996, 189 (194), pp. 4-7.

Anexo 2. Encuesta

	Muy en desacuerdo				Muy de acuerdo
1. Pienso que me gustaría usar este Sistema frecuentemente.	1	2	3	4	5
2. Encuentro el Sistema innecesariamente complejo.	1	2	3	4	5
3. Pienso que el Sistema es fácil de usar.	1	2	3	4	5
4. Pienso que necesitaría ayuda técnica de una persona para usar el Sistema.	1	2	3	4	5
5. Siento que las funciones del Sistema están bien integradas.	1	2	3	4	5
6. Pienso que hay mucha inconsistencia en el sistema.	1	2	3	4	5
7. Pienso que las personas aprenderían a usar rápido el sistema.	1	2	3	4	5
8. Encontré el sistema muy complicado de usar	1	2	3	4	5
9. Me siento muy seguro usando el sistema	1	2	3	4	5
10. Necesitaba aprender muchas cosas antes de poder seguir adelante con este sistema	1	2	3	4	5