فصلنامه سیستم‌های پردازشی و ارتباطی چندرسانه‌ای هوشمند
Intelligent Multimedia Processing and Communication Systems (IMPCS)

Summer 2021, 2 (2), 19-25
DOR: 20.1001.1.27832570.1400.2.3.3.8

Received: 21 Mar. 2021
Accepted: 25 May 2021

A Smart Lab Assistant: From Design to Build

Saba Sadeghi Bigham[1], Golsa Salari[2], Fatemeh Rezaeian[3], Maryam Davoudi[4]

1. National Organization for Development of Exceptional Talents, Farzanegan1 high school, Tehran, Iran. sabasadeghi2004@gmail.com
2. National Organization for Development of Exceptional Talents, Farzanegan1 high school, Tehran, Iran. g.salari35@gmail.com
3. National Organization for Development of Exceptional Talents, Farzanegan1 high school, Tehran, Iran. fatemerezaeiann@gmail.com
4. Department of Medical Laboratory, School of Allied Health Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. m-Davoudi@alumnus.tums.ac.ir

Abstract

Introduction: Nowadays, scientific laboratories are moving towards becoming intelligent. However, reading the test steps and recording the findings is often still done by paper note-taking, which can cause the transfer of microbial (parasites, fungi, viruses, bacteria) and chemicals (such as acrylamide and radioactive substances) contamination to the researcher's personal devices and notes. This sometimes even leads to the spread of pollution to spaces outside the laboratory. The purpose of this study is to design and implement an intelligent voice-controlled tool that can carry out the testing and recording of findings with voice commands to software designed on the researcher's mobile phone without the need to touch.

Method: The proposed design consists of two parts, software, and hardware. Its "hardware" or "remote control" part consists of a PCB board that enables the control to connect to the mobile Wi-Fi through its ESP32 Wi-Fi module. Next to this board, a keyboard is designed which consists of 4 operation keys. For the software part, C Sharp programming language was used and it was developed using the Xamarian framework to design an Android application. This application provides the functionalities to perform an experiment.

Findings: First, the correct operation of 4 keys was tested by the computer test, and by pressing each of the keys, the words Next', 'Previous', 'Record', and 'Play/Stop' appeared on the software installed on the laptop, which showed the command It is running correctly. In addition, upon exiting the software on the computer, the control lamp would also turn red, which indicates the correct disconnection. In the following, this test was repeated using a mobile phone with the Android operating system, which showed the correct communication and correct operation of the four operating keys.

Discussion: In general, the designed laboratory audio assistant has been able to minimize the problem of transferring contamination to personal devices and researcher's notes when working with laboratory protocols and record findings with a new method.

Keywords: intelligent designs, environmental pollution, contamination, protocol.

فصلنامه سیستم‌های پردازشی و ارتباطی چندرسانه‌ای هوشمند
Intelligent Multimedia Processing and Communication Systems (IMPCS)
انجمن علمی تجارت الکترونیکی ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۵

سال دوم، تابستان ۱۴۰۰
شمارهٔ دوم، صص: ۱۹ – ۲۵

طراحی و ساخت دستیار هوشمند برای آزمایشگاه

صبا صادقی بی‌غم[۱]، گلسا سالاری[۲]، فاطمه رضائیان[۳]، مریم داودی[۴]

۱. مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان، مجتمع آموزشی فرزانگان ۱، تهران، ایران: sabasadeghi2004@gmail.com
۲. مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان، مجتمع آموزشی فرزانگان ۱، تهران، ایران: g.salari35@gmail.com
۳. مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان، مجتمع آموزشی فرزانگان ۱، تهران، ایران: fatemerezaeiann@gmail.com
۴. دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده پیراپزشکی، تهران، ایران: m-Davoudi@alumnus.tums.ac.ir

چکیده: امروزه آزمایشگاه‌های علمی به سمت هوشمند شدن سوق‌می‌یابند؛ با این حال، خواندن مراحل آزمایش و ثبت یافته‌ها غالبا هنوز هم با روش یادداشت‌برداری کاغذی انجام‌می‌گیرد که می‌تواند سبب انتقال آلودگی‌های میکروبی (انگل، قارچ، ویروس، باکتری) و شیمیایی (مانند آکریل‌آمید و مواد رادیواکتیوی) به وسایل شخصی و یادداشت‌های محقق شود که گاهی حتی نشر آلودگی به فضاهای خارج از آزمایشگاه را نیز به همراه دارد. هدف از این مطالعه، طراحی و ساخت ابزار کنترل هوشمند صوتی است که بتواند مراحل آزمایش و ثبت یافته‌ها را با فرمان‌های صوتی به یک نرم‌افزار طراحی‌شده در گوشی همراه پژوهشگر و بدون نیاز به لمس پیش‌ببرد. بخش سخت‌افزاری شامل یک برد الکترونیکی متشکل از چهار کلید عملیاتی (بعدی، قبلی، ضبط و اجرا) است که می‌تواند با استفاده از Wi-Fi و یا Hot spot به گوشی اندروید متصل شود. از طرف دیگر، بخش نرم‌افزاری شامل یک اپلیکیشن نوشته شده برای اندروید با زبان C Sharp است که با استفاده از Xamarian framework توسعه‌یافته‌است. به طور کلی، ابزار مهندسی‌شده روشی ساده و مقرون‌به‌صرفه است که با حذف روش یادداشت‌برداری کاغذی در آزمایشگاه می‌تواند سبب کاهش سیکل انتقال آلودگی ناشی از آن شود.

واژه‌های کلیدی: هوشمندسازی، آلودگی محیطی، سرایت، پروتکل‌های آزمایشگاهی.

.

۱. مقدمه

آزمایشگاه‌ها محل‌های مهمی در دنیای امروز هستند چراکه زمینهٔ پیشرفت دانش و فناوری را فراهم می‌کنند. با این حال، محیط آزمایشگاه، محیطی است در تماس با انواع مواد شیمیایی (مانند آکریل‌آمید) و اجزای میکروبی (باکتری‌ها، قارچ‌ها، انگل‌ها و ویروس‌ها) که می‌توانند برای سلامت انسان مضر باشند زیرا که طبیعتاً در مسیر پیشبرد یک آزمایش، فرد آزمایشگر دائماً در تماس با این مواد است [۱،۲]. از سوی دیگر، مراحل انجام آزمایش‌های بیولوژیکی معمولاً چندمرحله‌ای هستند؛ در نتیجه، به‌خاطرسپردن مراحل انجام پروتکل‌های آزمایشگاهی کمابیش دشوار است. این امر سبب‌می‌شود که پژوهشگر مکرراً نیازمند رجوع به پروتکل‌های نوشته‌شده بر روی کاغذ در حین انجام آزمایش باشد. در نتیجهٔ این مراجعهٔ مکرر احتمال انتقال آلودگی‌های شیمیایی و میکروبی موجود در آزمایشگاه و یا موجود بر روی دستکش آزمایشگر به صفحات پروتکل افزایش می‌یابد. علاوه بر انتقال آلودگی، این تماس می‌تواند سبب خیس یا کثیف‌شدن پروتکل و یا ازبین‌رفتن بخشی از نوشته در حین کار شود؛ خصوصاً زمانی که پژوهش باید تحت شرایط استریل انجام‌شود و پژوهشگران نیازدارند تا دائماً دستکش خود را آغشته به الکل نمایند که تماس آن با جوهر می‌تواند سبب پاک‌شدن نوشته حین انجام آزمایش شود. همچنین، گاهی در روند انجام یک آزمایش، تغییراتی رخ‌می‌دهد یا نتایجی حاصل‌می‌شود که پژوهشگر نیازمند ثبت آن‌ها است. این نکته هم می‌تواند سبب انتقال آلودگی به دفتر ثبت یافته‌ها یا صفحات گوشی و تبلت شود. مشکلات ذکرشده زمانی اهمیت‌می‌یابند که بدانیم پژوهشگران مراکز تحقیقاتی، خصوصاً دانشجویان تحصیلات تکمیلی معمولاً نیاز دارند تا نتایج حاصل از آزمایش‌های روزانهٔ خود را با انتقال یادداشت‌ها به منزل، در محلی دور از فضای آزمایشگاه تفسیرکنند که این امر سبب انتقال آلودگی به محیطی خارج از فضای آزمایشگاه می‌شود.

به همین دلیل، در این پژوهش ایدهٔ ساخت یک دستیار آزمایشگر هوشمند با قابلیت کنترل از راه دور و با توانایی خواندن پروتکل آزمایش و نیز ثبت یافته‌های حاصل مطرح‌شد تا تماس پژوهشگران با صفحات پروتکل کم‌شود و سیکل انتقال و پخش آلودگی از این طریق به‌حداقل برسد.

۲. پیشینهٔ پژوهش

امروزه آزمایشگاه‌ها با توجه به نیازها به سمت هوشمند شدن می‌روند، چرا که عوامل بسیاری وجود دارد که با خطای انسانی، تحقیقات علمی را به چالش می‌کشد. از موارد شایع و البته قابل پیشگیری که روند آزمایش‌ها را با مشکل مواجه می‌کند، می‌توان به مستندسازی ضعیف از جمله وارد کردن اطلاعات نادرست، خوانا نبودن دست خط پروتکل نوشته شده یا دادهٔ ثبت شده و به طور کلی ضعف در یادداشت‌برداری اشاره کرد که می‌تواند از دلایل به وجود آمدن نتایج آزمایش غیرقابل قبول، گاهی غیرقابل‌اصلاح با اتلاف هزینه‌های هنگفت و انرژی باشد.

در نتیجه، امروزه در مباحث تحقیقاتی، تلفن‌های هوشمند، تبلت‌ها، عینک‌های هوشمند، نرم‌افزارها و غیره به عنوان جایگزینی ارزان برای برخی از دستگاه‌های آزمایشگاهی مطرح‌شده‌اند که از آن‌ها می‌توان در موقعیت های مختلف مثل خواندن گام به گام روش های عملیاتی استاندارد یک آزمایش، خواندن پروتکل‌ها، پیداکردن مواد شیمیایی، سنجش پارامترهای یک واکنش، مشخص‌کردن ترتیب افزودن معرف‌ها به یک آزمایش، بازیابی اطلاعات مربوط به دستگاه‌ها و حسگرها، مستندسازی ومانند آن استفاده‌کرد [۳]. در ادامه، ضمن معرفی برخی از دستیارهای صوتی هوشمند مورد استفاده در پزشکی تلاش شده است مقایسه‌ای بین ویژگی‌های آن‌ها با دستیار هوشمند طراحی شده در این مطالعه ارائه‌شود که نتایج در جدول ۱ نشان‌داده‌شده‌است.

در مطالعه‌ای Austerjost و همکاران دستیار هوشمندی طراحی کردندکه با صوت کارمی‌کرد و هدف از آن این بود که با استفاده از آن درستی روند خوانش داده‌های دستگاه را بررسی‌کنند. آن‌ها دریافتند که این سازه ۹۵±۳/۶۲ در صد دقت داشت و فرمان‌های صوتی را به آسانی تشخیص‌می‌داد. آن‌ها مطرح‌کردند که این سازه می‌تواند کاربرد تجاری به عنوان دستیار آزمایشگاه هوشمند داشته باشد، به خصوص برای محققانی که اختلالات جسمانی دارند [۳]. از سوی دیگر، محصولی تحت عنوان Intelectyx ساخته‌شده است که به‌راحتی فرمول‌ها، محلول‌ها، تجهیزات، پروتکل‌های علمی را بازیابی‌می‌کند و محاسبات علمی را انجام و به سوالاتی که نیازمند تعاملات علمی هستند، پاسخ‌می‌دهد. Intelectyx با همراهی شرکت Amazon Alexa سخت‌افزاری را تحت عنوان Amazon Echo dot طراحی‌کردند. این سخت‌افزار پاسخ‌ها و درخواست‌های مخاطب را دریافت‌می‌کرد و به آن‌ها پاسخ می‌داد. نام‌های علمی، اصطلاحات آزمایشگاهی و در کل طبقه‌بندی های مختلف را درک‌می‌کرد و اگر مخاطب از آن سوالی می‌پرسید، سوال را تشخیص‌داده و به آن پاسخ‌می‌داد. داده‌هایی مثل نقطهٔ جوش، وزن مولکولی، فرمول‌ها و اصطلاحات آزمایشگاهی را به‌راحتی جستجو می‌کرد و به سوالات پاسخ می‌داد. این دستگاه می‌توانست پروتکل‌ها، مراجع و اطلاعات موردنیاز را جستجو و ذخیره کند تا در هنگام آزمایش و در صورت نیاز به داده‌ها، به سرعت آن‌ها را بازیابی‌کند. این سخت‌افزار به محققان این امکان را می‌داد که دستورالعمل‌های خود را اضافه بکنند و این امکان را فراهم‌می‌کرد که به صورت مرحله‌ای آزمایش خود را پیش‌ببرند. این دستگاه موجودی مواد موجود در آزمایشگاه هم مدیریت‌می‌کرد و به آزمایشگر این امکان را می‌داد که به‌راحتی مادهٔ مورد نظر خود را بیابند [۴]. بعلاوه، Brown و همکاران اختراعی تحت عنوان " Conversational virtual healthcare assistant" انجام‌دادند که رابطی بین فرد بیمار و دستیار هوشمند می شود تا تشخیص، درمان و مدیریت دارو را به گونه‌ای تلفیق‌کند که بیمار مراقبت‌های بهداشتی خود را بهتر درک‌کرده و پیش‌ببرد. در این سیستم تمام هویت و اطلاعات پزشکی بیمار به شکل یک سیستم یکپارچه محفوظ‌می‌ماند [۵]. در همین راستا، Michael Laughery و

همکاران اختراعی با نام " Voice assistant system for determining activity information" انجام‌دادند که در مرکز مراقبت‌های بهداشتی کارایی داشت. مواقعی که بیماری باید پیوسته تحت مراقبت‌های بهداشتی باشد، این دستگاه می‌تواند مکالمات بین بیمار و مراقب بهداشتی او را به‌همراه تاریخچه مکالمات ذخیره‌کند. این امر کمک می‌کند تا با ثبت تاریخچه بیماری به شکل روزانه سبب‌شود که درصورت عوض‌شدن مراقب، نیاز به از سرگیری درمان کاهش‌یابد [۶].

جدول ۱: مقایسهٔ دستیار هوشمند طراحی شده با دستیارهای صوتی مشابه در سایر مطالعات

شاخص مقایسه	سایر دستیارهای صوتی هوشمند	دستیار هوشمند صوتی در این مطالعه
سهولت کارکرد	کار با فرمان صوتی؛ تغییر لهجه و نحوهٔ ادای کلمات دریافت فرمان عملیاتی با مشکل روبه‌رو می‌کند.	فرمان صوتی از طریق کلیدهای عملیاتی انجام می‌شود و نه صوت.
احساس راحتی آزمایشگر با طرح	یافتن پروتکل با جست‌وجوی صوتی در اینترنت است که پروتکل به‌دست آمده با صدای یک ربات بازخوانی- می‌شود. امکان درست درک نشدن برخی نکات توسط آزمایشگر و افزایش خطا وجود دارد. افراد معمولاً برای انجام آزمایش اگر پروتکل را با صدایی غیر از صدای خود بشنوند، اعتماد کمتری به پروتکل می‌کنند و مدام نیاز به چک‌کردن متن خواهند داشت که باعث اتلاف زمان می‌گردد.	پروتکل تاییدشده با صدای خود آزمایشگر و توسط خودش وارد نرم‌افزار می‌شود و بازخوانی‌می‌گردد. در نتیجه، فرد با خیالی آسوده آزمایش را پیش خواهدبرد
قابلیت حمل در آزمایشگاه	در برخی ممکن است اما برخی تنها روی کامپیوتر قابل‌اجرا هستند؛ پس این امکان را ندارند که در فضای آزمایشگاه که تجهیزات گاهی در بخش‌های مختلف است و فرد ناچار به جابه‌جایی است، جابه‌جا شوند.	قابل اجرا هم در گوشی اندروید و هم در کامپیوتر. در نتیجه، مشکل مطرح‌شده وجود نخواهد داشت.
سبک بودن	اطلاعات زیادی در این زمینه منتشر نشده است.	سبک و به آسانی قابل‌حمل است.
برقراری اتصال بین سخت‌افزار و نرم‌افزار	معمولاً برقراری خوبی شکل‌می‌گیرد.	در صورت وجود آنتن اینترنت، برقراری اتصال به‌طور مؤثری شکل خواهدگرفت.
فضای کافی در نرم‌افزار برای بارگذاری تعداد زیادی پروتکل صوتی	معمولاً کافی است	کافی و مناسب است
امکان ارتقای سیستم	معمولاً وجوددارد	از طریق افزایش کلیدهای عملیاتی، افزودن ماژول بلوتوث برای برقراری ارتباط نرم‌افزار و کنترل تحت شرایط بدون آنتن اینترنت، افزودن صفحهٔ نمایشگر **LCD** و نرم‌افزار بر روی کنترل به منظور حذف کامل وسایل شخصی و گوشی همراه افراد در آزمایشگاه و حتی امکان افزودن فایل‌های ویدیوئی، ارتباط از طریق **Webcam** با استاد و سایر افراد مطلع برای هدایت کار و موارد دیگر.

۳. روش‌شناسی پژوهش

۱،۳. طراحی بخش سخت‌افزاری

بخش سخت‌افزاری از یک برد PCB ساخته‌شده‌است که دارای ماژول وای‌فای ESP32 است که امکان اتصال کنترل از طریق Wi-Fi را به اینترنت گوشی همراه ممکن‌می‌سازد. این برد می‌تواند از طریق اینترنت محیط کاملاً مشابه اینترنت خانگی و یا از طریق Hot spot گوشی‌های موبایل به شبکه اینترنت متصل‌شود. در کنار این برد، کیبوردی طراحی شده است که شامل ۴ کلید است که این کلیدها به ترتیب با عناوین Next (برای رفتن به مرحلهٔ بعدی آزمایش در یک پروتکل)، Previous (برای رفتن به مرحلهٔ قبلی آزمایش در یک پروتکل)، Record (برای شروع به ضبط صدا برای ثبت یافته‌ها در حین آزمایش) و Play/Stop (برای پخش و توقف صدای فایل صوتی) مشخص‌شده‌اند. با روشن‌کردن کلید On/Off تعبیه‌شده در کنار کنترل، برد روشن می شود و ماژول به دنبال اتصال به اینترنت می‌گردد. به‌محض برقراری اتصال اینترنتی بین Wi-Fi و نرم‌افزار، دستیار هوشمند نصب‌شده روی گوشی پژوهشگر سبب روشن‌شدن چراغ LED سبز رنگی روی کیبورد می شود که لامپ سبز روی کنترل روشن‌خواهد شد. روشن شدن این چراغ به‌معنی شناسایی نرم‌افزار توسط بخش کنترل می‌باشد که به محض قطع‌شدن اتصال این لامپ قرمز خواهدشد. واردکردن Username و Password برای این سیستم از طریق نرم‌افزار

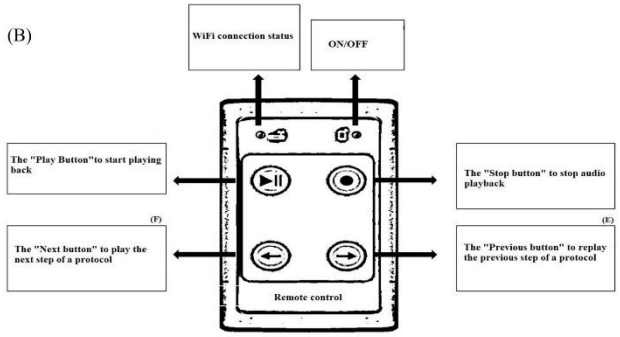
انجام‌می‌پذیرد. از آنجایی که کنترل پورتابل اســت و باید آزمایشــگران بتوانند آن را در آزمایشــگاه جابه‌جاکنند، پس منبع تغذیهٔ دســتگاه از طریق باتری درونی قابل‌شارژ انجام‌می‌گیرد.

۲،۳. طراحی بخش نرم‌افزاری

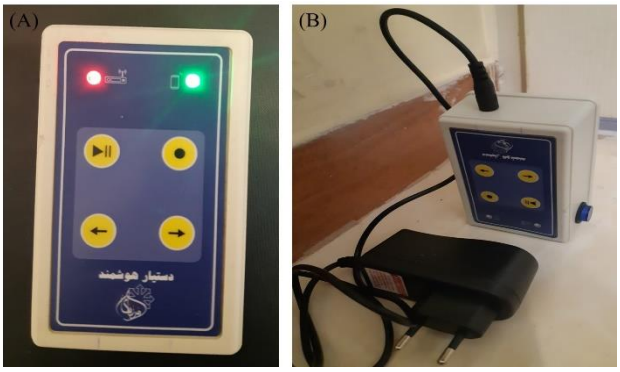
جهت طراحی اپلیکیشن از زبان برنامه‌نویسی C Sharp استفاده شد و با استفاده از Xamarian framework این اپلیکیشن توسعه‌پیداکرد.

۴. پیاده‌سازی طراحی‌های انجام‌شده

همان‌طور که در شکل ۱ مشخص‌است، کنترل شامل یک برد الکتریکی دارای ماژول Wi-Fi ا ست که امکان ات صال اینترنتی بخش نرم‌افزاری و ســخت‌افزاری را ممکن‌می‌کند. بعد از روشــن‌کردن کنترل با کلید On/Off (شکل A۱)، لامپ روی کنترل سبز رنگ می‌شود و ماژول Wi-Fi شــروع بــه یــافتن نرم‌افزار و برقراری ارتبــاط اینترنتی می‌کنــد. در صورتی‌که کنترل به نرم‌افزار متصل شود، لامپ نمایشگر روی کنترل ســبز و به‌محض قطع ارتباط، لامپ فوراً قرمز می‌شــود (شــکل A۲). بعلاوه، برای برقراری اتصــال بین نرم‌افزار و کنترل، کافی اســت تا یک مودم میانی (بدون نیاز به استفاده از اینترنت) به برق وصل‌شود و بعد از واردکردن اســم شــبکه و رمز عبور مخصــوص، کنترل به‌طور خودکار به این شبکه متصل‌می‌شود که موفقیت‌آمیز بودن آن از طریق سبز شدن چراغ کنترل قابل‌پیگیری اســت. همانطور که قبلاً گفته‌شــد کنترل دارای ۴ دکمــهٔ عملیــاتی بــا نــام‌هــای Next، Previous، Record و Play/Stop ا ست (شکل ۱). بعد از قراردادن دکمه‌ها بر روی برد، ابتدا کارکرد صحیح ۴ کلید توسط کامپیوتر به‌صورت آزمایشی تست‌شد که با فشــاردادن هریک از ۴ کلید عبارت Nex، ’Previous‘، ’Record‘ یا Play/Stop بر روی نرم‌افزار نصــب‌شــده روی لپتاپ ظاهرشــد که نشان‌می‌داد فرمان به درستی اجرامی شود و با خروج از نرم‌افزار موجود روی کامپیوتر، دکمهٔ روی کنترل نیز قرمز می‌شــد که نشــانگر قطع اتصــال بود. این آزمایش با گوشــی تلفن همراه و بعد از طراحی نرم‌افزار برای گوشــی اندروید نیز تکرار شــد که نتایج صــحت برقراری ارتباط و کارکرد صحیح چهار کلید عملیاتی را نشان‌می‌داد.

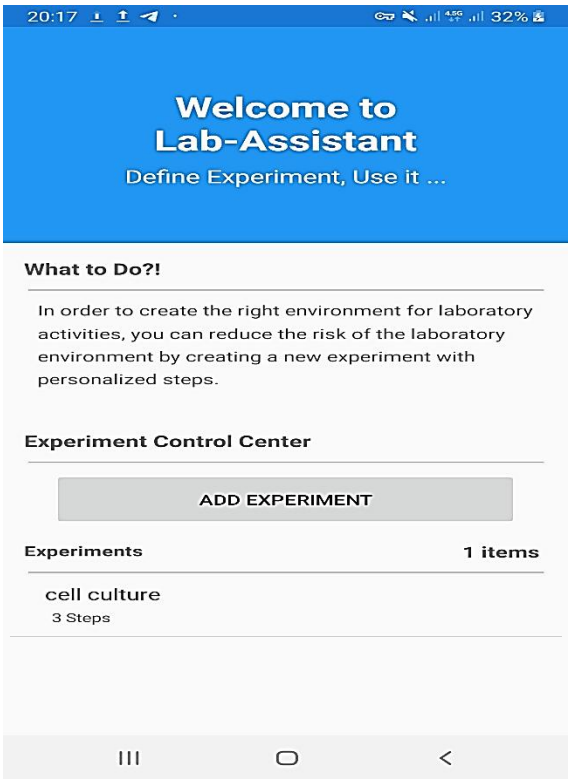


شکل ۱: معرفی بخش سخت‌افزاری. در (A) نمای رویی (حاوی دکمهٔ Play، Stop، Next و Previous)، پشتی، کناری (حاوی دکمهٔ ON/OFF) و داخلی کنترل و در (B) دکمه‌های روی کنترل و کاربردشان معرفی شده‌اند.



شکل ۲: قسمت (A) چراغ‌های مربوط به روشن بودن دستگاه و اتصال به Wi-Fi و (B) محل ورودی سوکت شارژر بر روی کنترل را نشان‌می‌دهد.

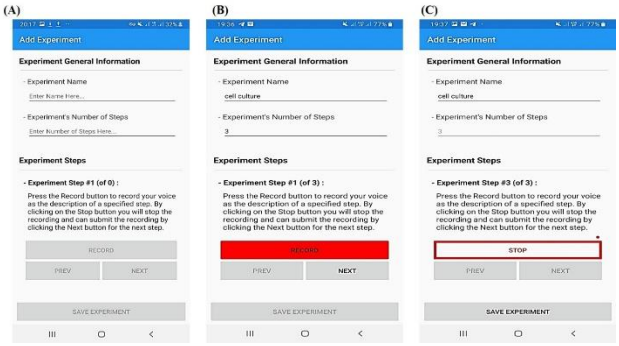
هنگام بازکردن نرم‌افزار صفحه‌ای مانند شکل ۳ نشان‌داده‌می‌شود که در قسمت اول (what to do) دربارهٔ نحوهٔ کار و هدف نرم‌افزار توضیحاتی ارائه‌شده‌است. در قسمت دوم یعنی experiment control center، کاربر می‌تواند پروتکل آزمایشی خود را با کلیک بر روی دکمه add experiment به نرم‌افزار اضافه نماید. همچنین، در قسمت experiments هم سایر آزمایش‌های وارد شده توسط کاربر قابل مشاهده و بازیابی است.



شکل ۳: صفحهٔ اول نرم‌افزار: شامل توضیح نرم‌افزار و امکان افزودن آزمایش جدید و بازیابی آزمایش‌های قبلی

با کلیک بر روی هر آزمایش و یا واردکردن یک آزمایش جدید، صفحه‌ای مانند شکل 4A باز می‌شود که مربوط به جزئیات و مراحل هر یک از آزمایش‌های (پروتکل‌های) تعریف شده‌است. برای واردکردن یک آزمایش جدید، لازم است نام آزمایش و تعداد مراحل آن را در بخش‌های مربوطه که در شکل 4A مشخص است، وارد نمود و سپس همانطور که در شکل 4B مشخص است، دکمهٔ Record بر روی نرم‌افزار برای ضبط هر مرحله روشن‌می‌شود که بعد از اتمام ضبط با فشردن دکمهٔ Stop مرحله ذخیره می‌شود. بعد از ضبط هر مرحله، با فشردن دکمهٔ Next، آمادهٔ ضبط مرحلهٔ بعدی می‌شود. با رسیدن به شمارهٔ آخرین مرحله، بر روی صفحه (همانطور که در شکل 4C مشخص است) گزینهٔ Save experiment برای ذخیرهٔ پروتکل نمایان‌می‌شود. با ورود به هر پروتکل ذخیره‌شده، کاربر می‌تواند خوانش پروتکل را شروع‌کند (Play)، نکته‌ای را حین آزمایش ضبط و ثبت نماید (Record) و مراحل آزمایش خود را به جلو (next) یا عقب (previous) ببرد و در صورت نیاز، خوانش پروتکل را متوقف‌کند (stop). این دکمه‌ها مشابه دکمه‌های عملیاتی روی کنترل هستند، در نتیجه، فرمان‌های عملیاتی می‌تواند هم از طریق نرم‌افزار و هم از طریق کنترل اجراشوند؛ یعنی اگر کاربر همین دکمه‌ها را روی کنترل بفشارد، دستور مشابه بر روی نرم‌افزار اجرامی‌شود.

این مطالعه یک طرح اولیه بود که تلاش‌داشت با ساده‌ترین روش‌های مهندسی طراحی نرم‌افزار و سخت‌افزار بتواند مشکل انتقال آلودگی را رفع‌کند. به‌عنوان پیشنهاد، در کارهای آتی می‌توان از یک ذخیره‌کنندهٔ صدا استفاده‌کرد که به فضای ابر دسترسی‌داشته‌باشد. مزیت این روش این است که این ذخیره‌کننده در آزمایشگاه مستقر است و کاربر به راحتی می‌تواند اطلاعات آزمایش را در فضای ابر ذخیره‌کند و هرجا و در هر زمان که نیاز داشت، بتواند آن‌ها را از فضای ابر بازیابی‌کند. به‌علاوه، می‌توان آنالیزر نتایج نیز به دستگاه اضافه‌کرد.



شکل ۴: صفحهٔ مربوط به ضبط و اجرای مراحل هر آزمایش.

قسمت (A) صفحهٔ دوم نرم‌افزار و مربوط به تعریف هر پروتکل و تعداد مراحل آن، (B) مربوط به ضبط مراحل آزمایش از مرحله اول تا آخر و (C) مربوط به صفحهٔ آخر ضبط و ذخیره‌سازی پروتکل است.

۵. نتیجه‌گیری

این مقاله با معرفی و طراحی یک نمونهٔ آزمایشگاهی دستیار صوتی هوشمند تلاش‌کرده‌است تا مشکل انتقال آلودگی به وسایل شخصی و یادداشت‌های محقق در زمان کار با پروتکل‌های آزمایشگاهی و ثبت یافته‌ها را با روشی نوین کاهش‌دهد. تست اولیه نشان‌داد که این کنترل به‌خوبی قادر به برقراری ارتباط اینترنتی از طریق Wi-Fi با نرم‌افزار اندرویدی نوشته‌شده، است. به‌علاوه، در صورت وجود آنتن اینترنتی مناسب، این نرم‌افزار به‌خوبی می‌تواند مراحل پروتکل را طبق فرمان کنترل اجراکند. از آنجاکه برقراری ارتباط بین کنترل و نرم‌افزار در این دستگاه بسیار مهم است، اگر آزمایشگاهی فاقد دسترسی به Wi-Fi باشد، استفاده از این دستیار ممکن نیست. بااین‌حال، افزودن ماژول بلوتوث به دستگاه می‌تواند سبب رفع این مشکل شود تا سیستم حتی در شرایطی که آنتن اینترنت وجودنداشت، قابل‌استفاده باشد.

مراجع

[1] Emmert EAB, "Biosafety guidelines for handling microorganisms in the teaching laboratory: development and rationale," J. Microbiol. Biol. Educ, vol. 14, pp.78–83, 2013.

[2] Alshammari SZ, Irfan UM, "Hazardous chemicals' safety measures and awareness in public and private hospital laboratories in Buraydah, Al Qassim", LIFE Int J Heal. Life Sci, vol. 4, pp.102–17, 2018.
[3] Austerjost J, Porr M, Riedel N, Geier D, Becker T, et al, "Introducing a virtual assistant to the lab: A voice user interface for the intuitive control of laboratory instruments," SLAS Technol. Transl. Life Sci. Innov, vol. 23, pp. 476–82, 2018.
[4] Intellect yx, "*AI enabled hands free automated lab helper [Internet]*," [cited 2021 Oct 12]; Available from: https://www.intellectyx.com/work/ai-enabled-hands-free-automated-lab-helper/
[5] Brown FA, Lawrence MG, Morrison VO, *"Conversational virtual healthcare assistant. [Internet]*; Available from: https://patents.google.com/patent/US20140337048A1/en. 2017.
[6] Michael Laughery, Bonnie Praksti, David M. Findlay JES, "Voicassistant system for determining activity information [Internet]"; https://patents.google.com/patent/US20110040564A1/en. 2013.