



Smart solar shoes suitable for climbers

Meraj Rajaei^{1*}, Marziye Moein Najafabadi²

¹Assistant Professor, Department of Electrical Engineering, National University of Skill (NUS), Tehran, Iran.

²Graduate from Department of Electrical Engineering, National University of Skills (NUS), Tehran, Iran

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article Type:
Original Research

Received:
Revised:
Accepted:

Keyword:
Solar shoes
climbing shoes
smart shoes
emergency alarm
climbers
locator

***Corresponding Author:**
Meraj Rajaei
Email: mrajaee@tvu.ac.ir

In the mountains and nature tourism environments, part of the accidents are related to environmental factors and the other part are human factors. Therefore, due to the existence of many dangers and threats that threaten the life and health of mountaineers, in this article a system is proposed with which to navigate and climb. These people can be done more safely and easily, and at the same time, their health should be checked. This equipment is presented in the form of a solar smart shoe, a shoe that connects to the global Internet network and supplies its energy needs through solar energy and piezoelectric plates. The shoe is equipped with micro-connected sensors that detect slippery surfaces in time, determine and send the location, as well as by checking the health of people by sending emergency alarms in case of a fall or a person falling on the ground or feeling danger on a mobile phone. will recognize the preset. It can also charge electronic devices such as mobile phones by using the charging port built into the shoe, and due to the dangers caused by lightning, this shoe can act as a lightning arrester.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Most accidents in nature are related to climbing. Falling from a wall and height, freezing, being struck by lightning, losing the path and being caught in a storm are among the things that cause accidents to climbers. The lack of attention and lack of availability of some equipment and facilities for some athletes cannot be hidden. Innovative technology and equipment are not rare for these people in today's society, but very few products are introduced for this group that have most of the required capabilities by using solar energy in one place. Many climbers are injured or even lost while climbing, and many of them are unable to climb without a companion. Each of these people has their own unique way to navigate, but they face problems due to inaccessible infrastructure. That by using new technologies such as those presented in this article, they can be helped to overcome the problems of mountain climbing. In general, this equipment has many distinctions and advantages compared to other similar equipment, such as connecting to the Internet and very diverse and helpful applications using clean energy. The main goal of this research is to provide a suitable equipment for safe climbing by addressing the challenges that they experience while navigating. In general, this equipment includes an Android application and smart shoes with several modules and main sensors: the first function is to detect slippery surfaces to prevent a person from falling and slipping. If the sensor detects an object with a slippery surface, an audio warning message is sent to the person through the Android application. The second function of this shoe provides a radio location service, and if the user is lost, you can use the shoes and the Android application to track their location. Radio on the preset phone.

Another module is placed in the shoe to detect the emergency situation, in this way, it can detect the person falling on the ground and notify in the form of an alarm on the predetermined phone, this feature is also due to the dangers of climbers falling. is of interest. Also, if a person needs help in a difficult situation, by pressing a button, the person's location along with a guide message will be sent to family members, and family members can locate that place using Google Maps. And some data such as ambient temperature, body temperature, heart rate and blood oxygen are also checked and sent. Another feature of using a solar cell is used to provide electrical energy, and for supporting power by means of plates embedded in the shoe lodge, the pressure energy exerted by a person on the shoe while walking is converted into electrical energy. As a result, just by walking or running, it is generating electricity for the backup power source. The important point is that the use of the generated electrical energy is not designed exclusively to feed the system of this shoe, but it can also be used to charge mobile phones, headphones, etc. through the port built into the shoe box. Another feature includes individual activity data such as steps taken, calories burned, and distance traveled in kilometers. Also, this shoe is lightning-proof and completely soft and flexible.

Methodology

In this section, a new solution based on the implementation of the Internet of Things is proposed. Smart shoes consist of hardware and software components. This hardware includes a micro, which is used as the main processor for the whole system, as well as the sensors and modules used in this project, including: Wi-Fi module to send data to the smart shoe and location application on the mobile phone, a lithium battery. Polymer to feed electronic circuits and energy storage, hygrometer to detect slippery surfaces, and angle detection sensor to detect a person's fall, and ambient temperature detection sensor and body temperature detection sensor, as well as blood oxygen and heart rate measurement sensor (integrated) Arduino push switch for Counting the number of steps walked and solar cell as a power source and for powering instead of piezoelectric plates can be mentioned. On the software side, an app is paired with the smart shoes to provide various functions such as location tracking, emergency alarm, voice assistant for pre-defined tasks, and health activity tracker and data. The Wi-Fi module allows the smartphone and the microcontroller to connect to each other. The data collected from various sensors is received by an Android application through it and converted into voice and written instructions.

Results and discussion

In this article, by identifying the problems and human behaviors in the mountains, the proposal of solar smart shoes for mountaineers has been proposed and the implementation of the prototype has been done with its design. Its software and hardware tests have been tested by volunteers. The results show that all the proposed features, such as detectors and detection of temperature, heart rate, and blood oxygen, as well as sliding surfaces, charging mobile phones, sending location and notifying if a person falls, etc, work correctly. There is scope for development and improvement of this system.



Figure 1. How to place the foot in the shoes.



Figure 2. Mobile phone charging with shoes.

Conclusion

In this article, by identifying the problems and behaviors of humans in the mountains, a proposal for solar smart shoes for mountaineers is presented and its prototype has been designed and implemented. Its software and hardware tests have been tested by volunteers. The results show that all the proposed capabilities such as detectors and temperature, heart rate and blood oxygen detection as well as slippery surfaces, mobile phone charging, sending location and notification in case of a person falling, etc. work properly. There is scope for development and improvement of this system.



کشف هوشمند خورشیدی مناسب کوهنوردان

معراج رجایی^۱، مرضیه معین نجف آبادی^۲

- ۱- استادیار گروه مهندسی برق، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران.
- ۲- دانش آموخته گروه مهندسی برق، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	در کوهستان‌ها و محیط‌های طبیعت گردی بخشی از حوادث مربوط به عوامل محیطی و بخش دیگر عوامل انسانی دخیل هستند از این رو به دلیل وجود مخاطرات و تهدیدهای فراوانی که جان و سلامت کوهنوردان را تهدید می‌کند در این مقاله سیستمی پیشنهاد شده است که با آن پیمایش و صعود این افراد ایمن تر و با سهولت بیشتری انجام پذیرد و در عین حال سلامت آن‌ها نیز مورد بررسی قرار گیرد. این تجهیزات در قالب یک کشف هوشمند خورشیدی ارائه شده است، کفشی که به شبکه‌ی جهانی اینترنت متصل می‌شود و از طریق انرژی خورشیدی و صفحات پیزو الکتریک انرژی مورد نیاز خود را تامین می‌کند. کفش مجهز به سنسورهای متصل به میکرو می باشد که تشخیص به موقع سطوح لغزنده، تعیین و ارسال موقعیت مکانی را انجام می‌دهد همچنین با بررسی سلامتی افراد در صورت سقوط و یا افتادن فرد روی زمین و یا احساس خطر روی تلفن همراه از پیش تعیین شده ارسال آلام‌های اضطراری را دارا می‌باشد. همچنین با استفاده از درگاه شارژ تعبیه شده در لژ کفش قابلیت شارژ وسایل الکترونیکی همچون تلفن همراه را نیز دارد و به دلیل خطرات ناشی از صاعقه این کفش می‌تواند به صورت صاعقه گیر نیز عمل کند.
کلید واژگان: کشف خورشیدی کشف کوهنوردی کشف هوشمند آلام اضطراری مکان یاب	
*نویسنده مسئول: معراج رجایی پست الکترونیکی: mrajaee@tvu.ac.ir	

مقدمه

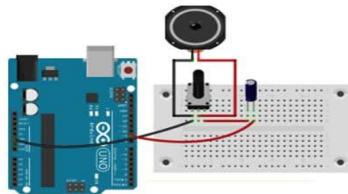
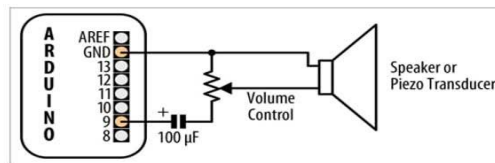
بیشترین حوادث در طبیعت مربوط به کوهنوردی است سقوط از دیواره و ارتفاع، یخ زدگی، صاعقه زدگی، گم کردن مسیر و گرفتار شدن در طوفان از جمله مواردی است که کوهنوردان را دچار حادثه می‌کند. عدم توجه کافی و مهیا نبودن برخی از تجهیزات و امکانات برای برخی از ورزشکاران قابل کتمان نیست. تکنولوژی و تجهیزات نوآورانه در جامعه امروزی برای این افراد کمیاب نیست اما محصولات بسیار کمی برای این قشر معرفی می‌شود که بیشتر قابلیت‌های مورد نیاز را با استفاده از انرژی خورشیدی به صورت یکجا داشته باشد. بسیاری از کوهنوردان در حین صعود مصدوم و یا حتی گم می‌شوند و بسیاری از آن‌ها قادر به صعود بدون همراه نیستند. [۱] این افراد هر کدام روش منحصر به فرد خود را برای پیمایش دارند، اما به دلیل زیرساخت‌های غیر قابل دسترس با مشکلاتی روبه‌رو هستند. که با استفاده از فناوری‌های جدید مانند آنچه در این مقاله ارائه شده است، می‌توان آن‌ها را در غلبه بر مشکلات کوهنوردی یاری نمود. به طور کلی این تجهیز نسبت به سایر تجهیزات مشابه وجه تمایز و برتری‌های زیادی همچون اتصال به اینترنت و کاربردهای بسیار متنوع و یاری بخش با استفاده از انرژی‌های پاک را دارد. [۲] هدف اصلی این پژوهش ارائه یک تجهیز مناسب برای صعود ایمن با پرداختن به چالش‌هایی است که هنگام پیمایش تجربه می‌کنند. به صورت کلی این تجهیز شامل یک اپلیکیشن اندروید و کفش هوشمند با چندین ماژول و سنسور اصلی است: اولین عملکرد جهت تشخیص سطوح لغزنده برای جلوگیری از افتادن و لغزش فرد است. اگر حسگر جسمی با سطح لغزنده را تشخیص دهد، پیام هشدار صوتی از طریق اپلیکیشن اندروید برای فرد ارسال می‌شود عملکرد دوم این کفش یک سرویس ردیابی موقعیت مکانی را ارائه می‌دهد و در صورت مفقود شدن کاربر، می‌توان با استفاده از کفش‌ها و اپلیکیشن اندروید موقعیت مکانی ایشان را روی گوشی از پیش تعیین شده ردیابی نمود.

ماژول دیگر جهت تشخیص موقعیت اضطراری در کفش قرار گرفته است، به این شیوه که می‌تواند سقوط و افتادن فرد روی زمین را تشخیص دهد و به صورت آلارمی روی گوشی از پیش تعیین شده اطلاع رسانی کند، این ویژگی نیز به دلیل خطرات ناشی از افتادن کوهنوردان مورد توجه است. هم چنین اگر فرد در شرایط دشواری نیاز به کمک داشته باشد، با فشردن یک دکمه موقعیت مکانی فرد به همراه یک پیام راهنما برای اعضای خانواده ارسال می‌شود و اعضای خانواده می‌توانند آن مکان را با استفاده از نقشه گوگل ردیابی کنند. و برخی از داده‌ها مانند دمای محیط، دمای بدن و تعداد ضربان قلب و اکسیژن خون نیز بررسی و ارسال می‌گردد. ویژگی دیگر استفاده از سلول خورشیدی برای تامین انرژی الکتریکی مورد استفاده می‌باشد و برای تغذیه پشتیبان به وسیله ی صفحات تعبیه شده در لژ کفش، انرژی فشار وارد شده ی فرد بر روی کفش در هنگام راه رفتن به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. در نتیجه، صرفاً با راه رفتن یا دویدن، در حال تولید برق برای منبع تغذیه پشتیبان قرار

میگیرد. نکته ی حائز اهمیت این است که استفاده از انرژی الکتریکی تولید شده منحصرآ برای تغذیه ی سیستم این کفش طراحی نشده و بلکه از طریق درگاه تعبیه شده در لژ کفش میتوان برای شارژ تلفن همراه، هدفون و... نیز مورد استفاده قرارگیرد. ویژگی دیگر شامل داده‌های مربوط به فعالیتهای فردی مانند تعداد قدم‌های پیاده روی شده، کالری سوزانده شده و مسافت طی شده بر حسب کیلومتر است. همچنین این کفش به صورت صاعقه گیر و کاملا نرم و قابل انعطاف است.

هوشمند سازی

در این قسمت یک راهکار جدید مبتنی بر پیاده سازی اینترنت اشیا پیشنهاد می‌شود. کفش هوشمند از اجزای سخت افزار و نرم افزار تشکیل شده است. این سخت افزار شامل یک میکرو است که به عنوان پردازنده اصلی برای کل سیستم استفاده می‌شود، همچنین سنسور و ماژول‌های به کار برده در این پروژه شامل: ماژول وای فای برای ارسال داده‌ها به برنامه کفش هوشمند و موقعیت مکانی روی تلفن همراه، یک باتری لیتیوم پلیمری برای تغذیه مدارهای الکترونیکی و ذخیره ی انرژی، رطوبت سنج برای تشخیص سطوح لغزنده، و سنسور تشخیص زاویه برای شناسایی سقوط فرد و سنسور تشخیص دمای محیط و سنسور تشخیص دمای بدن همینطور حسگر سنجش اکسیژن خون و ضربان قلب (یکپارچه) سوئیچ فشاری آردوینو برای شمارش تعداد قدم‌های راه رفته و سلول خورشیدی به عنوان منبع تغذیه و برای تغذیه جایگزین صفحات پیزوالکتریک را میتوان نام برد. در بخش نرم افزار، یک اپلیکیشن با کفش‌های هوشمند جفت شده است، تا عملکردهای مختلف مانند ردیابی موقعیت مکانی، آلام اضطراری، دستیار صوتی برای انجام وظایف از پیش تعریف شده و ردیاب و داده‌های فعالیت‌های سلامتی را داشته باشد، تعیین شده. ماژول وای فای به تلفن هوشمند و میکروکنترلر اجازه می‌دهد به یکدیگر متصل شوند. داده‌های جمع آوری شده از حسگرهای مختلف توسط یک برنامه‌اندرویدی از طریق آن دریافت می‌شود و به دستورالعمل‌های صوتی و نوشتاری تبدیل می‌شود. [۳]



شکل ۱: آردینو



شکل ۲: نحوه ی قرار گیری پا در کفش هوشمند

کاربردها

- ویژگی آلارم اضطراری یکی از جنبه‌های مهم این پروژه می‌باشد زیرا در مواقع اضطراری از آن استفاده خواهد شد. اگر کاربر احساس ناراحتی کرد و در شرایط اضطراری قرار گرفت و به کمک نیاز داشت، با فشار دادن دکمه کمک یک پیام با موقعیت مکانی برای اعضای خانواده فرد ارسال می‌شود.
- با استفاده از سنسور تشخیص زاویه قرار داده شده در لژ کفش میتوان افتادن فرد روی زمین را تشخیص داد و سپس هشدار روی گوشی از پیش تعیین شده ارسال گردد و این یک عملکرد نجات دهنده خواهد بود.
- ویژگی دیگر امکان ردیابی موقعیت مکانی کاربر می‌باشد که میتوان مکان کاربر را با استفاده از مختصات شبکه تلفن همراه ردیابی کرد و این قابلیت برای یافتن فرد گمشده بسیار ارزشمند است. برای نظارت بر مکان، پیامکی مانند "موقعیت" به تلفن هوشمند شخص ارسال می‌کند و مختصات مکان فرد را به صورت پیامک دریافت می‌نماید و با ضربه زدن روی مختصات دریافتی، نقشه‌های گوگل برای پیمایش در مکان باز می‌شود. همچنین اگر کاربر به دلایل حفظ حریم خصوصی نمی‌خواهد موقعیت مکانی خود را با کسی به اشتراک بگذارد، می‌تواند این ویژگی را خاموش کند.
- ویژگی ردیاب سلامت از سوئیچ فشاری آردوینو برای اندازه گیری تعداد قدم‌های پیاده روی استفاده می‌کند. تعداد قدم هارا می‌شمارد و کالری سوزانده شده و مسافت طی شده را محاسبه می‌کند، هر سه مورد از این موارد در برنامه اندروید نمایش داده می‌شوند. با استفاده از

- این قابلیت، کاربر می‌تواند پیمایش مورد نظر خود را پیگیری کند. علاوه بر این، داده‌های فعالیت روزانه فرد به مدت یک هفته ذخیره می‌شود. [۴]
- برای تشخیص دمای بدن و دمای محیط هم از سنسور تشخیص دما بهره گرفته شده تا فرد به صورت دقیق از این مباحث اطلاع پیدا کند.
 - ویژگی حیاتی دیگر تشخیص مقدار اکسیژن خون و تعداد ضربان قلب و در صورت لزوم آلارم کاهش از حد مجاز می‌باشد.
 - این کفش به صورت صاعقه گیر می‌باشد.
 - مطابق شکل ۳ توانایی شارژ وسایل الکترونیکی را نیز دارا می‌باشد.



شکل ۳: شارژ تلفن همراه توسط کفش

تولید انرژی الکتریکی

یکی از ضروری ترین ویژگی ها، تولید انرژی الکتریکی است. همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است، صفحات پیزوالکتریک در لژ کفش نصب شده که به لطف مکانیک پیزوالکتریک، هنگام دویدن یا راه رفتن کاربر، به دلیل فشار وارد شده به آن‌ها توسط پا، نیرو تولید می‌کنند. این مسئله می‌تواند برق مورد نیاز سخت افزار تعبیه شده در کفش یا حتی تلفن همراه و... را تامین کند. اصطلاح پیزوالکتریک به تولید برق از طریق اعمال فشار و گرمای نهان اشاره دارد. و در شکل ۵ سلول

خورشیدی تعبیه شده بر رویه ی کفش هوشمند مشاهده می شود این سلول در طول روز انرژی خورشیدی را به انرژی الکتریکی تبدیل و در باتری ذخیره کرده. این ویژگی ها به عنوان منابع تولید انرژی الکتریکی به صورت اصلی و پشتیبان مورد استفاده قرار خواهد گرفت، در حالی که منبع ذخیره یک باتری قابل شارژ لیتیوم پلیمری خواهد بود.



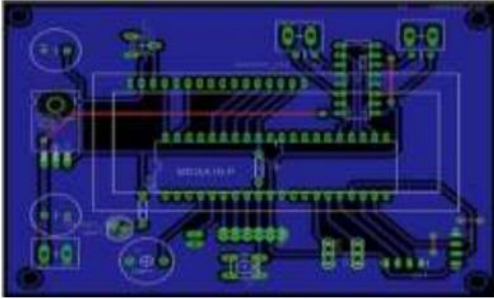
شکل ۵: سلول متصل به کفش

شکل ۴: صفحات پیزو الکتریک در کفش

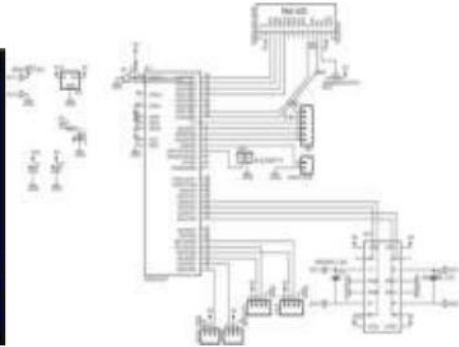
علاوه بر این، گوگل مپ و لنز گوگل در این سیستم ادغام شده اند گوگل مپ برای پیمایش و ردیابی موقعیت مکانی استفاده خواهد شد. [۵] همانطور که در مقدمه ذکر شد، اپلیکیشن کفش هوشمند با استفاده از دستورات صوتی نیز قابل اجرا است. اگر فرد بخواهد تاریخ یا ساعت فعلی را بداند، می تواند به سادگی بپرسد "ساعت چند است؟" یا "تاریخ امروز چیست؟" و آنچه را که خواسته اند از طریق یک پیام صوتی دریافت خواهند کرد. [۶]

طراحی PCB و شماتیک الکتریکی

شکل ۶ و ۷ به ترتیب شماتیک الکتریکی و برد مدار چارپی سفارشی (PCB) را نشان می دهند. آن ها برای تبدیل نمونه اولیه به یک ابزار پوشیدنی توسعه داده شدند. که با کمک نرم افزار Eagle CadSoft [۷] طراحی شده می باشد. شکل ۷ یک PCB تک لایه با میکروکنترلر اصلی است که در مرکز قرار دارد و سنسورهای متعددی از جمله سنسور مجاورت، حسگر، سوئیچ فشاری و سنسور رطوبت خاک و... به آن متصل هستند. این طرح قبل از اینکه به یک ماژول فیزیکی تبدیل شود مورد آزمایش قرار گرفت. پس از ارزیابی عملکرد، معماری PCB ساخته شده است تا رابط فشرده شود و اطمینان حاصل شود که میدان الکترومغناطیس [۸] یک ابزار با عملکرد دستگاه دیگر تداخل ندارند.



شکل ۷: طراحی PCB



شکل ۶: شماتیک مداری کفش هوشمند

ارزیابی

- عملکرد حسگرها و ماژول‌ها و دقت تشخیص سطوح لغزنده: سنسورهای رطوبت و زاویه، توانایی بالایی در شناسایی سطوح خطرناک دارند و در تست‌های میدانی دقت ۹۵٪ در ارسال هشدارها گزارش شده است
- ردیابی موقعیت مکانی: سیستم GPS تعبیه شده به همراه ماژول وای‌فای، امکان ردیابی لحظه‌ای کاربر را فراهم کرده و با ادغام با اپلیکیشن، هشدارهای موقعیت اضطراری را به خوبی مدیریت می‌کند.
- پایداری انرژی و تولید برق کارایی صفحات پیزوالکتریک: نتایج آزمایش‌ها نشان داده که صفحات پیزوالکتریک می‌توانند به‌طور متوسط ۲ وات انرژی در هر ۵ کیلومتر پیاده‌روی تولید کنند و سلول‌های خورشیدی در شرایط آفتابی قادر به تأمین انرژی لازم برای کفش و تجهیزات جانبی بوده و قابلیت ذخیره‌سازی در باتری لیتیوم پلیمری تضمین پایداری انرژی را افزایش داده است.
- ارتقاء ایمنی و کاربرد های اضطراری تشخیص سقوط و افتادن: دقت بالای حسگرهای زاویه‌سنج در تشخیص سقوط، باعث شده که هشدارهای ضروری بدون تأخیر برای اعضای خانواده ارسال شود. این قابلیت به‌ویژه در شرایط نامساعد جوی برای نجات افراد حیاتی است .
- عملکرد صاعقه‌گیر: با توجه به طراحی هوشمندانه، کفش می‌تواند به عنوان صاعقه‌گیر عمل کند و جان کاربر را در مواجهه با خطرات طبیعی حفظ نماید.

- کاربردهای سلامتی و مانیتورینگ بدن حسگرهای دما و اکسیژن خون: مانیتورینگ دمای بدن و اکسیژن خون در شرایط کوهنوردی بسیار کاربردی است و به کاربر اجازه می‌دهد سلامت خود را زیر نظر داشته باشد.
- شمارش قدم‌ها و کالری سوزانده شده: قابلیت ردیابی فعالیت‌های روزانه، به بهبود بهره‌وری کاربر و مدیریت انرژی کمک کرده و باعث افزایش انگیزه در کوهنوردان می‌شود.
- پایداری و توسعه‌پذیری سیستم انعطاف‌پذیری در ارتقاء نرم‌افزاری: ساختار ماژولار سخت‌افزار و نرم‌افزار، امکان افزودن قابلیت‌های جدید از جمله یکپارچه‌سازی با سیستم‌های دیگر نظیر گوگل مپ و دستیارهای صوتی را فراهم می‌کند. پشتیبانی از دستگاه‌های جانبی: پورت شارژ تعبیه شده در کفش، شارژ دستگاه‌های الکترونیکی مانند تلفن همراه را تسهیل می‌کند که این ویژگی در شرایط کوهستانی مزیت مهمی به شمار می‌رود.
- پشتیبانی از دستگاه‌های جانبی: پورت شارژ تعبیه شده در کفش، شارژ دستگاه‌های الکترونیکی مانند تلفن همراه را تسهیل می‌کند که این ویژگی در شرایط کوهستانی مزیت مهمی به شمار می‌رود.

کفش هوشمند خورشیدی طراحی شده برای کوهنوردان، توانسته است با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته، ایمنی، راحتی و قابلیت‌های متعددی را به کاربران ارائه دهد. همچنین آزمون‌های اولیه نشان داده که این سیستم از نظر فنی و عملیاتی به خوبی پاسخگوی نیازهای کوهنوردان بوده و زمینه‌های مناسبی برای توسعه بیشتر و ارتقاء عملکرد همچون افزودن اسکن سه بعدی و پردازش تصویر وجود دارد.

نتیجه‌گیری

در این مقاله با شناسایی مشکلات و رفتارهای انسانی در کوه، کفش هوشمند خورشیدی برای کوهنوردان پیشنهاد شده و طراحی و پیاده‌سازی نمونه اولیه آن انجام شده است. تست‌های نرم‌افزار و سخت‌افزاری آن توسط داوطلبان آزمایش شده است. نتایج نشان می‌دهد که تمام قابلیت‌های پیشنهادی از قبیل آشکارسازها، تشخیص دما، ضربان قلب، اکسیژن خون همچنین توانایی تشخیص سطوح لغزنده، شارژ تلفن همراه، ارسال موقعیت مکانی، اطلاع‌رسانی در صورت افتادن فرد و... به درستی عمل می‌کنند. همچنین زمینه توسعه و بهبود این سیستم نیز وجود دارد. [۹]

References

- [1] L.I.E. Oddsson, et al., The effects of a wearable sensory prosthesis on gait and balance function after 10 Weeks of use in persons with peripheral neuropathy and high fall risk - the walk2Wellness trial, *Front. Aging Neurosci.* 12 (2020) 592751, <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.592751>.
- [2] Hashemi Talkhouncheh, S. A., & Shahbazi, A. (2020). Design, Simulation and Fabrication of a Mobile Jammer in GSM Bands. *Karafan Quarterly Scientific Journal*, 17(1), 27-41. <https://doi.org/10.48301/kssa.2020.112755>. (IN PERSIAN)
- [3] Hosseinpour, M., Karimi, H., Bakhsham, M., & Khodaei, A. (2020). Investigating the effect of multiple intelligence on individual performance of top entrepreneurs. *Karafan Quarterly Scientific Journal*, 17(3), 109-121. <https://doi.org/10.48301/kssa.2020.124670>. (IN PERSIAN)
- [4] Orpyx Medical Technologies Inc., "In-shoe plantar pressure measurement technologies for the diabetic foot: A systematic review." Accessed: March. 10, 2021. [Online]. Available: [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)05703-7](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)05703-7)
- [5] RSscan International, "A Smart shoe for sports people and diabetic patients." Accessed: March. 10, 2021. [Online]. Available: [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)05703-7](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)05703-7)
- [6] C.M. Hulshof, J.J. van Netten, M.G. Dekker, M. Pijnappels, S.A. Bus, In-shoe plantar pressure depends on walking speed and type of weight-bearing activity in people with diabetes at high risk of foot ulceration, *Clin. BioMech.* 105 (2023), [https://www.clinbiomech.com/article/S0268-0033\(23\)00111-0/fulltext](https://www.clinbiomech.com/article/S0268-0033(23)00111-0/fulltext)
- [7] R. V Withers, B.M. Perrin, K.B. Landorf, A. Raspovic, Offloading effects of a removable cast walker with and without modification for diabetes-related foot ulceration: a plantar pressure study, *J. Foot Ankle Res.* 16 (1) (2023), <https://doi.org/10.1186/s13047-023-00625-z>.
- [8] S.A. Bus, et al., Guidelines on the prevention of foot ulcers in persons with diabetes (IWGDF 2019 update), *Diabetes Metab Res Rev* 36 (S1) (2020) 1–18, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32176451/>
- [9] Hamedani, N., Moridani, M., (2020). Design and Manufacturing of Gloves for Intelligent Quantification of Hand Vibration. *Karafan Quarterly Scientific Journal*, 18(3), 79-99. https://karafan.nus.ac.ir/article_133382.html?lang=en. (IN PERSIAN)