

تصميم عصا المشي الذكية للأشخاص ضعاف البصر والمكفوفين

باستخدام تقنية الاردوينو

علي مصطفى عبدالرحمن الزواغي¹، محمد مسعود الحساوي الثاني²،

علي مصطفى علي المقطوف³، باسم مصطفى عبدالرحمن الزواغي⁴

³قسم الهندسة الكهربائية والالكترونية، جامعة صبراتة ، صبراتة ، ليبيا

⁴قسم الحاسب الالي، كلية الاقتصاد، جامعة الزاوية ، الزاوية ، ليبيا

ali.alzwaghy@gmail.com¹, mohammed673@gmail.com²,
alialmaktoof@gmail.com³, basim.zawaghy@gmail.com⁴,

ملخص البحث

تقدم هذه الورقة تصميم لعصا المشي الذكية القائمة على استخدام لوحة تطوير (الأردوينو) ومتحسسات الموجات فوق الصوتية للأشخاص ضعاف البصر والمكفوفين بمساعدة برنامج تم برمجته للهاتف النقال (بنظام أندرويد) لمساعدة المكفوفين في إكتشاف العوائق والتنبيه بوجود عوائق وإصدار أوامر باللغة العربية ويقوم هذا النظام ايضاً بإرسال رسالة نصيه لشخص آخر في حالة وجود أي خطر. كما تم استنتاج المعادلات الرياضية وإيجاد اللوغاريتمات اللازمة من أجل الحصول على أفضل النتائج واخيراً وليس اخراً استخدام الأقمار الصناعية لتحديد موقع المكفوف.

يتكون النظام من أجهزة استشعار للكشف عن العوائق لاستقبال ومعالجة وإرسال الإشارات إلى نظام الإنذار الذي ينبه المستخدم في النهاية إلى اتخاذ إجراءات فورية. تم تصميم النظام وبرمجته باستخدام لغة اردوينو C واختباره للتأكد من دقته وفحصه من قبل شخص كفيف. يمكن لجهازنا اكتشاف العقبات ضمن مسافة من 2 الى 6 امتار من المستخدم (حسب اعدادات الضبط).

1. المقدمة

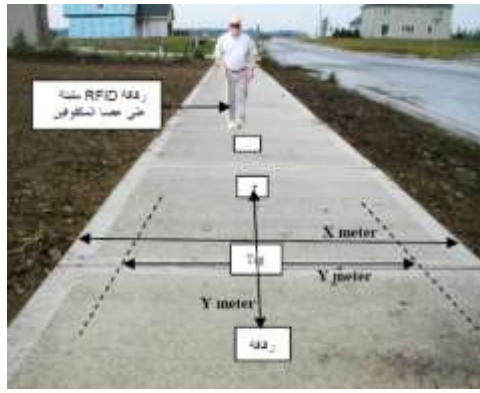
هذا العصر عصر تطور التكنولوجيا، وطفرة ثورة المعلومات وقد ساعدت هذه الطفرة الإنسان على تغيير نمط حياته، وكان شبه المستحيل إنجاز العديد من المهام بدون هذا التطور. ولا شك إن تأثير أي شيء في الحياة ينقسم إلى شقين رئيسين: إيجابي وسلبي، ومن المؤكد أن نتيجة استخدام هذا الشيء يعود على الشخص نفسه بما يتجاوب معه ، فإذا استخدمه بطريقة صحيحة انعكست النتيجة عليه.

كما نعرف إن نعمة البصر من أعظم النعم التي أنعمنا الله سبحانه و تعالى بها؛ ولو لا هذه النعمة العظيمة لما تمكنا من ممارسة حياتنا الطبيعية وفعل الكثير من الأشياء و لذلك يجب علينا شكر الله على هذه النعمة لأنه لا يشعر بأهميتها إلا من فقدوها؛ فهو يعيش في ظلام دائم ولا يفعل أي شيء إلا بمساعدة الناس حتى أبسط الأشياء لا يقدر عليها، وعلينا نحن المبصرين أن نتذكر جيداً من حرمة الله من نعمة البصر فهو لا يرى في هذه الدنيا شيء سوى السواد و يتمنى لو يرجع إليه البصر ولو لدقيقة واحدة ليشاهد الدنيا ويمتع بصره بهذا الكون الجميل، ويشكر الله سبحانه وتعالى على هذه النعمة.

فالكيف جزء هام بالمجتمع ويجب علينا أن نقف معه ونشاركه في صعوباته التي يواجهها إيماناً منا بمبدأ الجسد الواحد. فيقدّر عدد 280 مليون شخص في العالم يعانون من ضعف البصر حول العالم وذلك وفقاً لمنظمة الصحة العالمية، ويعتمدون بشكل كلي على الآخرين في حركتهم ومنهم 90% يعيشون في البلدان النامية [1,2].

2. الدراسات السابقة

الدراسة [1] استخدمت فيها تقنية تحديد الهوية بالموجات الراديو RFID لتحديد المسافة بين حامل العصا المدمج بها رقاقة تستقبل موجات الراديو وبين رقائق تدعى الرقاقات الخاملة (السلبية) (Passive Tags) ، حيث تم تثبيت الرقاقات الخاملة عند نقاط معينة من ضمن مسار محدد مسبقاً. الشكل 1 يوضح آلية عمل هذه الدراسة.



شكل 1: آلية عمل دراسة عملية تستخدم تقنية RFID لمساعدة المكفوفين [1].

الباحثون في أحد الجامعات الهندية [2] تمكنوا من تصميم جهاز إلكتروني يقوم باستدلال عن وجود أجسام ساخنة (ذات درجة حرارة عالية). بيئة أردوينو ونظام أندرويد تم استخدامهما لهذا الغرض. تقنية بلوتوث استخدمت لتوصيل المعلومات بين لوحة الأردوينو وجهاز الأندرويد. في حالة وجود أي جسم ساخن أمام المستخدم، يقوم الجهاز بإصدار تنبيه عن طريق جهاز هزاز إلكتروني مثبت على يد المستخدم.

الباحثون أنيش وآخرون [3] صمموا نموذج بسيط لتحسين حركة كل من المكفوفين وضعاف البصر في منطقة معينة، وقد تم تصميم هذا النموذج متعدد الأغراض لمساعدة الشخص الكفوف على التنقل بمفرده بأمان وتجنب أي عقبات يمكن مواجهتها، سواء كانت ثابتة أو متحركة ، لمنع وقوع أي حادث محتمل. يوفر النموذج تنبيه بالصوت وإعطاء الاتجاه إلى أعمى باستخدام تقنية RFID.

الباحثون في أحد الجامعات البريطانية [4] صمموا نموذج أولي لقفاز ذكي، كما هو مبين في الشكل (2) يستخدم الموجات فوق الصوتية لمساعدة المكفوفين على التحرك بسهولة ويسر دون الحاجة إلى مرشد. زود هذا القفاز ببطاريات على الجزء الخلفي منه تعمل بالموجات فوق الصوتية، والتي تبعث مستويات مختلفة من الصوت، حيث يطلق القفاز العديد من الموجات فوق الصوتية والتي تصطدم بالأشياء، وترتد مرة أخرى على القفاز؛ لتصدر العديد من الاهتزازات التي تمكن المكفوفين من الشعور بالأشياء، ومعرفة المسافة بينه وبين العوائق المختلفة.



شكل 2: القفاز الذكي يستخدم لتببيه الشخص المكفوف عن طريق اهتزازات مختلفة [4].

الدراسات السابقة أستخدمت فيها العديد من التقنيات المختلفة، النظام المقترح يتميز عن بقية الدراسات بأنه يستخدم نظام تحديد المواقع العالمي GPS لتحديد مكان الشخص وأيضاً نظام تحديد السقوط في حالة حدوث أي سقوط مفاجئ للشخص. الجدول 1 يوضح المقارنة بين الدراسات السابقة.

جدول 1: أوجه المقارنة بين الدراسات السابقة والنظام المقترح

تنبيه المستخدم	كاشف السقوط Fall Detection	التقنيات المستخدمة						تاريخ النشر	رقم الدراسة (المرجع)	
		تحديد الموقع	بلوتوث	أردوينو	أندرويد	متحسس موجات فوق صوتية	موجات رادوية			
-	-	-	-	-	-	-	-	✓	2009	[1]
✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	-	2014	[2]
-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	2010	[4]
✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	2015	[5]
✓	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	2015	[6]
✓	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	2016	[3]
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	النظام المقترح

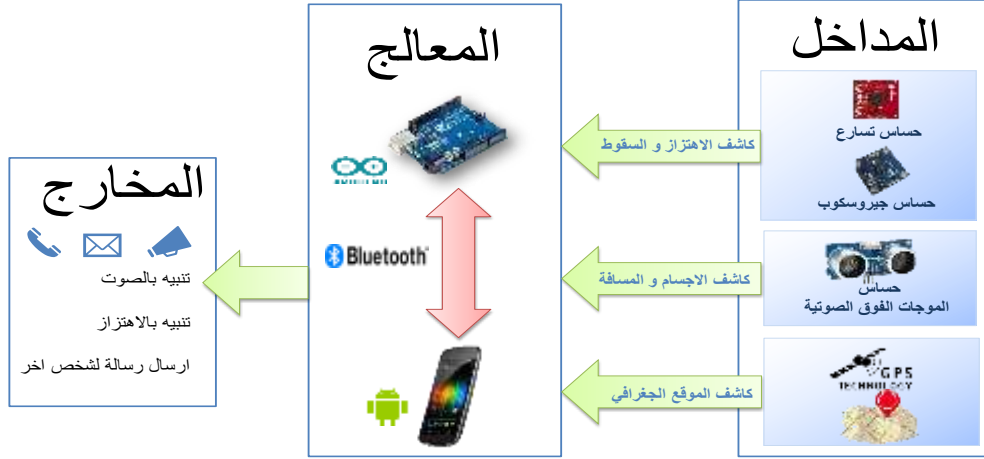
3. الأدوات والتقنيات المستعملة:

يوضح هذا الجزء مخطط النظام المقترح وأهم التقنيات والأدوات المستخدمة.

1.3 مخطط عمل النظام المقترح

مخطط عمل النظام (المخطط الانسيابي) المقترح موضح في شكل (3) مدخل النظام لهذا النظام عبارة عن إشارات رقمية صادرة من متحسسات التسارع وحساس الدوران (Gyroscope) ومتحسس الموجات فوق الصوتية. أما وحدة المعالجة فهي تحتوي على جزئين: الجزء الأول يتمثل في لوحة الأردوينو حيث أنها تحتوي على شفرة البرنامج لهذا النظام فعند تغذيتها بالطاقة الكهربائية تبدأ في العمل طبقاً للبرنامج مبرمج مسبقاً. أما الجزء الثاني فيتمثل في جهاز الهاتف الذكي (الأندرويد) حيث يقوم بإصدار التنبيهات اللازمة لحامل العصا. نقل البيانات بين الهاتف (أندرويد) ولوحة الأردوينو يكون طبق مواصفات القياسية لنقل البيانات لاسلكياً عن طريق تقنية البلوتوث. أما مخرجات النظام في هذه الورقة هي إشارات تنبيه صوتية واهتزازية تنبه الشخص المكفوف من

وجود اجسام امام او جنبه. أيضاً يتم ارسال رسالة نصية لشخص آخر في حالة السقوط المفاجئ للشخص المكفوف وتحديد موقعه بواسطة نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) (Global Positioning System).



شكل 3: مخطط الإنسيابي للنظام المقترح.

2.3 أردوينو ميغا ARDUINO MEGA 2560

تعد الميجا الاكبر حجما حيث تحتوي العدد الاكبر من المنافذ برصيد 54 منفذ رقمي و16 منفذ تماثلي. كما وتستعمل متحكما من نوع ATmega2560 [7]. تشبه الميجا الاونو باحتوائها على زر اعادة التشغيل و منفذ الUSB اضافة الى منفذ تزويد الطاقة كما مبين في الشكل (4).



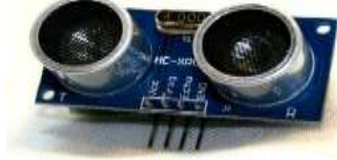
شكل 4: لوحة أردوينو ميغا

3.3 المتحكم ATMEGA2560

و هو متحكم عالي الاداء يستند الى RISC ذات الطاقة المنخفضة. يحتوي هذا النوع على ذاكرة (Flash memory) بحجم 256KB و 8KB ذاكرة وصول عشوائي (SRAM) اضافة الى 8KB من ذاكرة القراءة القابلة للمسح (EEPROM). يستطيع هذا النوع من المتحكمات انتاج 16 MIPS (million instruction per second) بتردد 16MHz و يعمل على جهد يتراوح بين 4.5V الى 5V.

4.3 حساس الموجات الفوق صوتية (Ultra Sonic HC-SR04)

في هذا العمل تم استخدام نوع HC-SR04 حيث يقوم بكشف عن العوائق التي تقع من 20 إلى 400 سم وتحتوي على مرسل و مستقبل و 4 أطراف توصيل كما موضح في الشكل (5).



شكل 5: حساس الموجات الفوق صوتية المستخدم في المشروع.

من المعروف أن سرعة الصوت في الهواء ثابتة وتساوي 343 م/ث، وباستخدام المعادلة (1) يمكننا حساب المسافة التي قطعها الموجة الفوق صوتية ذهاباً وإياباً و لتحديد بعد الجسم عن مصدر الأمواج الفوق صوتية فلا بد من القسمة على اثنان.

$$(1) \quad \text{بعد الجسم عن مصدر الأمواج الصوتية} = \frac{\text{الزمن} \times \text{السرعة}}{2}$$

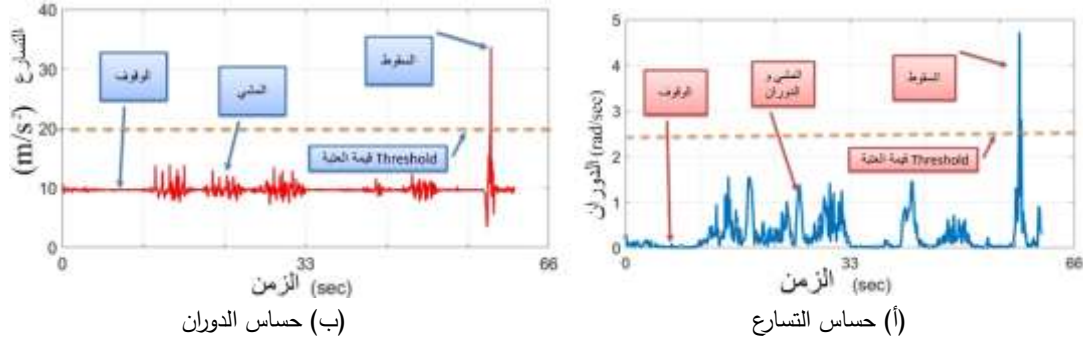
5.3 الكشف عن السقوط Fall Detection

توجد العديد من الدراسات الحديثة اقترحت أنظمة للكشف عن السقوط. الخوارزمية المستخدمة في هذه الدراسة تعتبر من ابسط الخوارزميات على طريقة العتبات (Threshold). بحيث يتم حساب مجموع قراءات حساس التسارع والمعلومات زاوية دوران من حساس حساس الدوران (Gyroscope) [8]. وبعد ذلك تتم مقارنة هذه القيم بقيمة محددة مسبقاً. فعندما يحدث سقوط، سوف يكون الاصطدام بين جسم الإنسان والأرض ينتج قيمة قصوى واضحة في مجموع التسارع كما في المعادلة الآتية:

$$(2) \quad \text{MagACC} = \sqrt{(\text{Acc}_x)^2 + (\text{Acc}_y)^2 + (\text{Acc}_z)^2}$$

حيث Acc_x ، Acc_y ، و Acc_z هي قياس التسارع الحالي من ثلاثة محاور. يستخدم النظام تسارع مجموع كخطوة أولى لتميز الحركات العالية.

الشكل (6) ادناه يوضح قراءات حساس التسارع وحساس الدوران في حالة الوقوف و المشي و السقوط المفاجئ. من الشكل يمكن استنتاج قيمة العتبة threshold ففي حالة حساس التسارع تكون قيمة Threshold تساوي 20 تقريباً، أما في حالة حساس الدوران فتكون قيمة Threshold تساوي 2.5 تقريباً.



شكل 6: يوضح قيم قراءة حساس التسارع و الدوران خلال ثلاث حالات مختلفة: الوقوف ، المشي و السقوط [8].

4. الدراسة العملية

1.4 بيئة تطوير أردوينو (IDE) Arduino

البرنامج المكتوب باستخدام اردوينو يسمى (sketch) وتكتب بواسطة محرر النصوص وتخزن بامتداد (.ino) بالإمكان قص ولصق وكذلك بحث واستبدال النصوص. منطقة الرسائل تعطي تنبيهات عند عمليات الخزن والتصدير وكذلك عرض الأخطاء. الزاوية السفلية اليمنى من النافذة تظهر المنفذ التسلسلي ولوح الاردوينو الحالي.

2.4 خطوات توصيل الأردوينو بالكمبيوتر

نوصل لوحة أردوينو بالكابل كما موضح بالشكل (7) ، و الطرف الآخر بفتحة (USB) للحاسب الألي وعند تعرف الحاسب علي لوحة الأردوينو سوف تظهر لنا رسالة تنفيذ تخبرنا بأن جهاز الحاسب قد تعرف علي قطعة عتاد جديدة (Arduino Mega Board Found) بعد ظهور تلك الرسالة نبدأ العمل علي البيئة التطويرية.



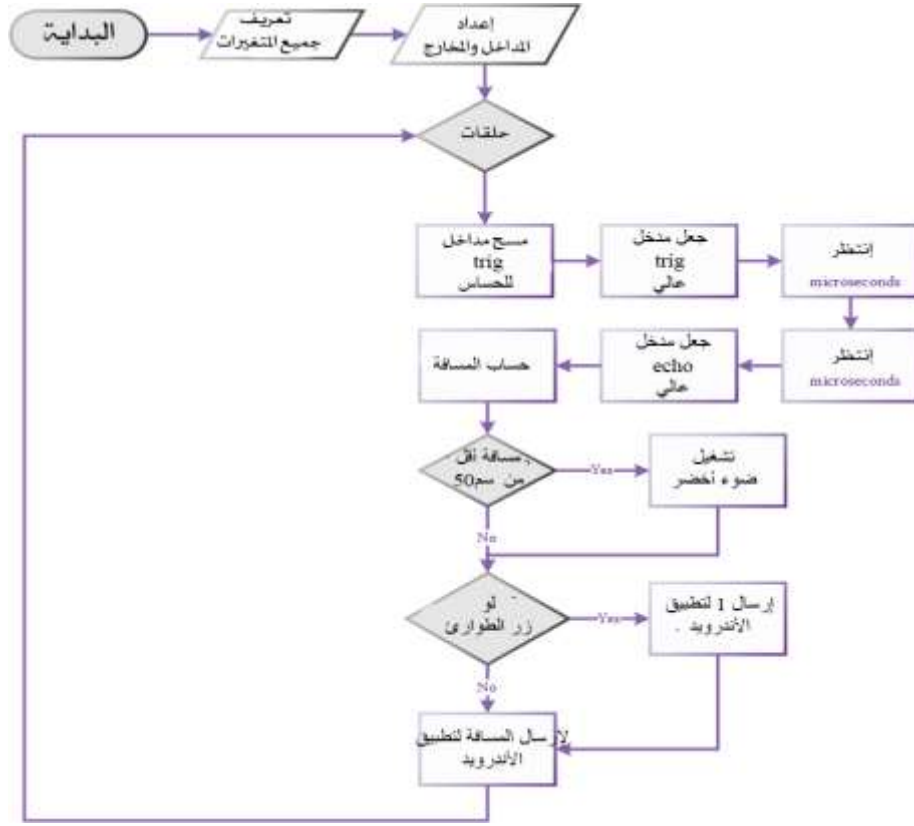
الشكل 7: توصيل لوحة الأردوينو مع الكمبيوتر

3.4 مراحل كتابة البرنامج

في برامج المتحكمات و لوحات الأردوينو يتكون البرنامج من 3 مراحل وهي كالتالي:

1. المرحلة الأولي: بتعريف كل المتغيرات أو الثوابت في البرنامج.

2. المرحلة الثانية: ضبط مداخل و مخارج اللوحة ، تتميز لوحة الأردوينو بأن جميع ال(Digital Pins) يمكن أن تستخدم إما كمخرج أو كمدخل وفي هذه المرحلة نقوم بضبط إعدادات المخارج والمداخل .
3. المرحلة الثالثة: وبها نقوم بكتابة البرنامج نفسه و ما نريده من المتحكمة أن تفعله بالتحديد.
- مخطط عمل النظام (المخطط الانسيابي) كما موضح بالشكل (8).



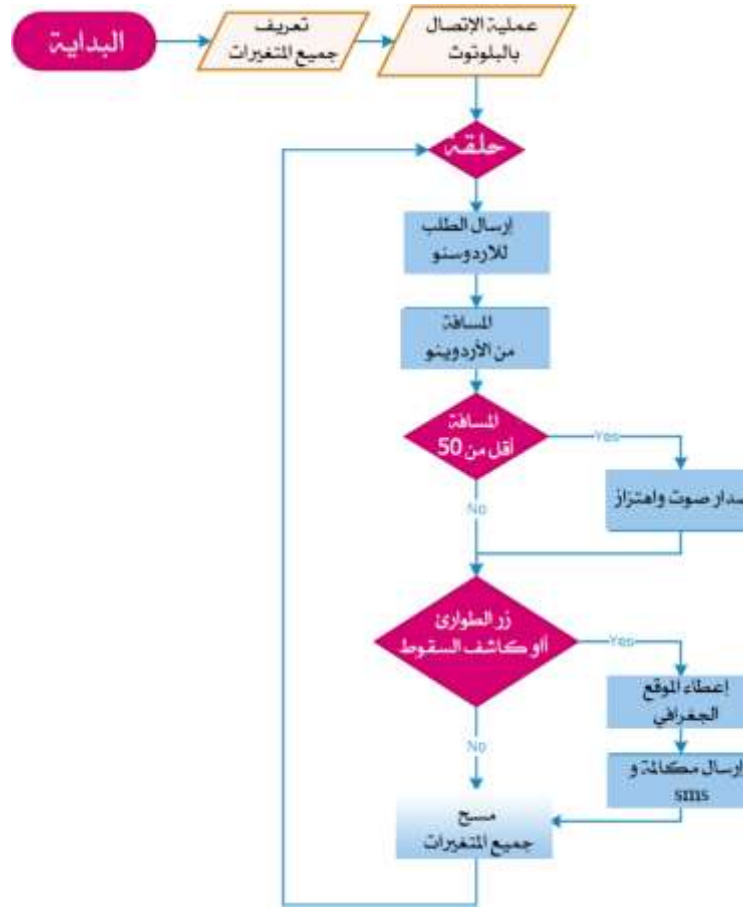
شكل 8: مخطط سير العمليات لبرنامج الخاص بالمتحكم الدقيق.

4.4 بيئة برمجة الأندرويد MIT APP Inventor

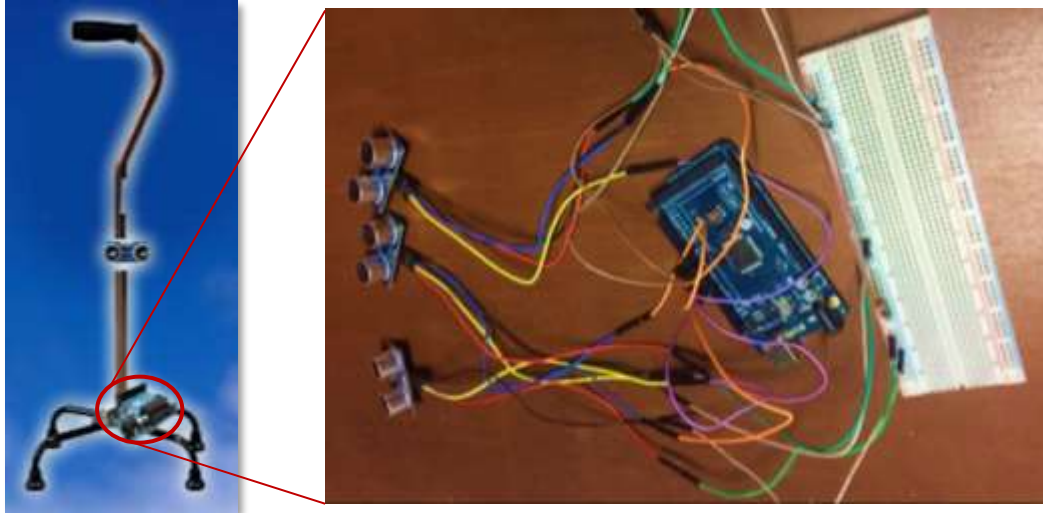
بشكل عام باستخدام MIT APP Inventor يمكن برمجة تطبيق للهواتف الذكية ببساطة وسهولة. وما هو أكثر من ذلك تتواجد عدة أدوات مصممة ككتل يسهل إنشاء تطبيقات المعقدة في وقت أقل بكثير من بيئات البرمجة التقليدية [9]. الشكل (9) يوضح المخطط الانسيابي لتطبيق الخاص بالعصا الذكية الذي يعمل تحت نظام التشغيل أندرويد.

5.4 مخطط الدائرة الإلكترونية المستخدمة في العصا الذكية:

الشكل (10) يوضح الشكل النهائي للعصا وكيفية توصيل دائرة نظامها من الحساسات والبلوتوث ولوحة الأردوينو.



شكل 9: المخطط الانسيابي لتطبيق (أندرويد) الخاص بالعصا الذكية



شكل 10: الدائرة الإلكترونية المُصممة للنظام المقترح.

5. الاستنتاجات

الجدير بالإشارة هنا إلى أن الهدف من هذه الدراسة هو تصميم وتنفيذ عصا ذكية للمكفوفين قد تحققت بالكامل بعد تجربتها على شخص من شريحة المكفوفين وضعفاء البصر. تم إنجاز هذه الدراسة بحمد الله التي تساعد

الأشخاص المكفوفين وضعفاء البصر بطريقة حديثه عن طريق استخدام الأردوينو وتوصيله بالهاتف النقال عن طريق البلوتوث وذلك لتتبيه المستخدم باللغة العربية عن وجود عائق أمامه أو حفر يعيقه عن السير وإرسال رسالة نصيه في حالة وجود خطر لشخص آخر ويقوم بالكشف عن موقعه باستخدام الأقمار الصناعية ومن أهم النتائج:

1. بقدرات وكوادر ليبية وبتكلفة تعتبر رخيصة إنتاج نظام يساعد فئة مهمة وكبيره من المجتمع.
2. هذا النظام يقوم بالكشف عن العوائق التي أمام الكفيف.
3. ان الابتكار يقوم بكشف الموقع الجغرافي للمستخدم.
4. يشكل نظام الأردوينو بيئة إبداعية لتحويل أفكار بسيطة إلى أعمال هامة باستخدام قطع خاصة بالنظام وكود يشكل إنجاز في كيفية العمل.
5. يقوم النظام بكشف الاهتزاز والسقوط.
6. يستطيع النظام التتبيه المستخدم عن طريق الصوت الناطق باللغة العربية والاهتزاز أيضاً.
7. الأردوينو نظام مفتوح المصدر سهل الاستخدام وتحويل الأفكار البسيطة إلى أفكار إبداعيه بسهولة.
8. يقوم هذا النظام بإرسال رسالة نصيه لشخص آخر في حالة وجود أي خطر.

المراجع

- [1] N. Mohammad Farid Saaid, "Radio Frequency Identification Walking Stick," in 5th International Colloquium on Signal Processing & Its Applications (CSPA), Kuala Lumpur, Malaysia, 2009.
- [2] R. K. Megalingam, "Sound and touch based smart cane: Better walking experience for visually challenged," in 2014 IEEE Canada International Humanitarian Technology Conference - (IHTC), Montreal, Canada, 2014.
- [3] K. H. H. Ashwini B Yadav, "Design and Development of Smart Assistive Device for Visually Impaired People," in IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT), Bangalore, India, 2016.
- [4] "DailyMail Online," 2017. [Online]. Available: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2951187/Soon-HANDS-Vibrating-glove-uses-ultrasound-help-blind-navigate-surroundings.html> .[Accessed: 03-10-18].
- [5] A. Harsola, "Navigation aiding stick for the visually impaired," in International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT), Noida, 2015.
- [6] J. Faria, "Electronic white cane for blind people navigation assistance," in World Automation Congress (WAC), Kobe, Japan, 2010.
- [7] "MEGA2560 Online," [Online]. <http://www.arduino-genuino-mega-2560/> [Accessed: 3-07-2019].
- [8] "Gyroscope" [Online]. Available: <https://www.androidworld9.com/19218> [Accessed 12 08 2019].
- [9] MIT, "appinventor,". [Online]. Available: <http://appinventor.mit.edu>. [Accessed: 10-07-2019].