بسم الله الرحمن الرحيم
Omdurman Islamic University Journal of Applied Sciences (OIUJ)-(ASC)
مجلة جامعة أم درمان الاسلامية للعلوم التطبيقية
https://journal.oiu.edu.sd/index.php/oiuj
https://doi.org/10.52981/oiuj v22i1.3487
ISSN: 5361-1858
رجب 1447هـ
2026 Jan ; 22(1):110-122

تصميم وتطبيق روبوت طبي ذكي مساعد ذاتي القيادة لمراقبة العلامات الحيوية للمصابين والبيئة المحيطة في مناطق الكوارث (دراسة تطبيقية)

د. ياسر الملك أحمد سليمان[1] - عبدالله وضاح عبدالله الضباطي المطيري [2]

[1] أستاذ مساعد بقسم علوم الحاسوب ونظم المعلومات– الجامعة التكنولوجية – السودان
[2] قسم علوم البيانات والذكاء الإصطناعي – الجامعة الإسلامية منيسوتا – الولايات المتحدة الأمريكية

البريد الالكتروني:dr.yaserking359@hotmail.com

للاستشهاد بهذا المقال:–

د. ياسر الملك أحمد سليمان – عبدالله وضاح عبدالله الضباطي المطيري ، تصميم وتطبيق روبوت طبي ذكي مساعد ذاتي القيادة لمراقبة العلامات الحيوية للمصابين والبيئة المحيطة في مناطق الكوارث (دراسة تطبيقية) ، مجلة جامعة أم درمان الاسلامية

ISSN: 5361-1858

https://doi.org/10.52981/oiuj. v22i1.3487

الملخص

يسلط البحث الضوء في تقديم تصميم أولي لروبوت متنقل ذكي يجمع بين القيادة الذاتية في بيئات مختلفة ومراقبة العلامات الحيوية للمصابين بشكل لحظي. يعتمد النظام المقترح على بنية هجينة حيث تقوم وحدة التحكم الرئيسية بمهام التحكم بالمحركات وجمع البيانات من مجموعة من الحساسات الحيوية والبيئية، بينما يتولى المتحكم للعمليات الذكية بالمهام المتقدمة مثل الملاحة الذاتية باستخدام منصة ROS2 وخوارزميات SLAM, وبذلك يتيح النظام إمكانية تقليل المخاطر على فرق الإنقاذ، وتوفير بيانات دقيقة وجيدة يمكن أن تسهم في دعم القرار الطبي الميداني وتحسين فرص إنقاذ الأرواح, يهدف البحث الى زيادة سرعة الاستجابة وتعزيز فرص النجاة.

توصل الباحثون لمجموعة نتائج في تطوير تصميم وتطبيق روبوت طبي ذكي مساعد ذاتي القيادة لمراقبة العلامات الحيوية للمصابين والبيئة المحيطة في مناطق الكوارث

الكلمات المفتاحية: روبوت, رؤية حاسوبية, الخوارزميات, وحدات الاستشعار.

Abstract

The research highlights a preliminary design for an intelligent mobile robot that combines autonomous driving in different environments with real-time monitoring of patients' vital signs the proposed system is based on a hybrid architecture where the main controller performs motor control tasks and collects data from a set of biometric and environmental sensors, while the intelligent operations controller handles advanced tasks such as autonomous navigation using the ROS2 platform and SLAM algorithms.

The system thus reduces risks to rescue teams and provides accurate and reliable data that can support field medical decisions and improve the chances of saving lives. The research aims to increase response speed and enhance survival chances. Researchers have reached a set of results in developing the design and application of a smart, self-driving medical robot to monitor the vital signs of injured people and the surrounding environment in disaster areas. Keywords: Robot, computer vision, algorithms, sensors

الفصل الأول

الإطار العام للبحث

1- المقدمة:

أصبحت الكوارث الطبيعية في إزدياد ملحوظ مثل الفيضانات والزلازل وغيرها من الظروف الطبيعية او الازمات الناتجة عن الحروب والنزاعات المسلحة، جميع هذه الاحداث ينجم عنها تحديات إنسانية جمة بسبب وقوع عدد كبير من الإصابات المتنوعة، وفي غالب الأمر يكون المصابين في أماكن يصعب الوصول اليها، حيث يعد عامل الوقت والتدخل السريع في تقديم الإسعافات الأولية العامل الحاسم في انقاذ الأرواح وتقليل معدلات الوفاة او الإعاقات الدائمة.

بالرغم من الحداثة والتطورات التكنولوجية في ميادين الطب والإسعافات الأولية وخطط الإجلاء والطوارئ المختلفة، الا انه تبين وبشكل ملحوظ وجود قصور في سرعة الاستجابة المطلوبة نظراً للعوامل المحيطة التي تنشئ فور وقوع الكارثة والتي يعد أبرزها دمار البنية التحتية وقلة الأمان لفرق الإنقاذ والمسعفين مما يحد من سرعة وصولهم او استكشافهم للمناطق المتضررة على الاقل، ومن هنا ظهرت الحاجة الى تقديم حلول حديثة قادرة على دعم تلك الفرق ورفع سرعة التدخل دون تعريض حياتهم للخطر.

على مدار السنوات الماضية شهد العالم تقدماً تكنولوجياً واضحاً في مجال الذكاء الاصطناعي والأنظمة الذكية ومن ابرز تطبيقاتها الروبوتات القادرة على تنفيذ المهام المعقدة نيابة عن الانسان في البيئات الصعبة المختلفة، حيث شمل هذا التطور القطاع الطبي مثل الروبوتات الجراحية وأجهزة مراقبة الحالة الحيوية للمريض والتبؤ بالإصابات

المستقبلية المحتملة، ومع التطور ايضاً في تقنيات الملاحة الذاتية والرؤية الحاسوبية اصبح الآن من الممكن تصميم وتنفيذ روبوتات تعمل في البيئات الصعبة لأداء مهام اسعافات أولية متخصصة كالبحث عن الضحايا او تقدير حالتهم الصحية وتقديم الإسعافات والدعم العلاجي الاولي بفعالية

استناداً عل ما ذكر، تولدت فكرة هذا البحث والذي يهدف الى تصميم وتطوير نموذج روبوت طبي ذكي يقدم الإسعافات الأولية ودعم التنفس للمصابين في مناطق الكوارث الطبيعية، يشمل البحث تطبيق مجموعة مختلفة من التقنيات المتقدمة بما في ذلك التعلم العميق والملاحة الذاتية والرؤية الحاسوبية ومفاهيم تصميم أنظمة الميكاترونكس، حيث يساهم البحث بمحاولة سد الفجوة بين الإحتياج الفوري للتقييم والتدخل الإسعافي والحلول التقليدية الحالية.

2- مشكلة البحث:

بالرغم من توفر عدد كبير من التقنيات والروبوتات الذكية في مختلف المجالات والتطبيقات ، الا ان الأنظمة الروبوتية المتخصصة للعمل في مناطق الكوارث لاتزال محدودة الأداء وتواجه قيوداً في القدرات، حيث ان غالبية النماذج المتوفرة حالياً تقوم بأداء مهمة واحدة فقط مثل النقل او المراقبة، دون دمج لتلك القدرات معاً ومن هنا تتجلى المشكلة الأساسية في غياب نظام متكامل لروبوت اسعافات أولية ذكي يمتاز بالكفاءة والمرونة يعمل بشكل آلي مستخدماً قدرات متعددة مثل التنقل الذاتي في البيئات الغير منظمة والاستكشاف البصري والتحليل للحالات الطبية وغيرها مما يسهم بشكل فعال في تسريع وتيرة الإسعاف والتدخل الطبي للتقليل من الخسائر البشرية.

3 – أهمية البحث:

أبرز التحديات والتعقيدات في مجال تقديم الرعاية الطبية والإسعافات الأولية هي الوصول للمناطق المتضررة فور وقوع الحادث نظراً للمخاطر الجسيمة التي قد تنجم وتؤثر على سلامة العاملين في المجال الطبي او الكوادر المختلفة في حال تدخلهم الفوري جراء تدمر البنية التحتية وتبعات الكارثة، حيث ان تقديم الرعاية الصحية ضمن الفترة المعروفة بـ "الساعة الذهبية" ، بحسب منظمة الصحة العالمية يزيد من فرص النجاة. تأتي فكرة البحث الحالي الذي يساهم بتقليص الفجوة العلمية والعملية في نفس الوقت عبر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي والروبوتات والطب الحيوي لتقديم نموذج يساهم في اكتشاف مواقع المصابين وتقديم الرعاية الطبية الأولية في بيئات الخطورة المرتفعة، حيث ان اهم جوانب أهمية البحث وفق للاتي:

1-3-1 على الصعيد العلمي:

إضافة بحثية جديدة للمجال البحثي حيث ان غالب البحوث السابقة ركزت على استخدام الروبوتات الجراحية او المساعدة ضمن البيئات الطبيعية الاستشفائية ، اما بالنسبة للجانب البحثي والتطبيقي الميداني في سياق الكوارث والحروب مازال يعاني من قلة المعلومات وندرتها، حيث سيسهم هذا البحث في تطوير الادبيات العلمية عبر ادخال مفهوم الروبوت الطبي الاسعافي الميداني.

البحث يجسد تكاملاً بين عدة تخصصات في ان واحد حيث يتم الربط بين الميكاترونكس، الطب الحيوي والذكاء الاصطناعي مما يعزز أهمية البحث متعدد التخصصات.

كما ان ادخال خوارزميات متقدمة ضمن سياق البحث مثل التعلم العميق ودمج ذلك مع تحليل المؤشرات الحيوية يعتبر نقلة نوعية الى حد ما تتجاوز الأنظمة التقليدية الحالية.

1-3-2 على الصعيد العملي:

تحسين فعالية سرعة الاستجابة الطبية خلال الازمات من خلال توفير حقيبة الإسعافات الأولية ودعم التنفس والمراقبة الحيوية في وقت قياسي يساهم في رفع معدلات النجاة ,استخدام الروبوت في البيئات ذات المخاطر العالية مثل المناطق الملوثة اشعاعياً او كيميائياً او حتى في مناطق المباني المنهارة وطريقة فعالة لتقليل المخاطر على حياة الفرق والمسعفين الفرز الطبي من خلال التصنيف الذكي الى فئات (مستقرة، متوسطة الى حرجة) يساعد في تحسين إدارة الموارد وتوجيهها بالشكل الصحيح نحو أولويات الإنقاذ.

1-3-3 على الصعيد المجتمعي والإنساني:

المساهمة ولو بالشكل البسيط في تقليل الخسائر البشرية وإنقاذ الأرواح من خلال تقديم حل سريع وفعال دعم المناطق ذات البنية التحتية الطبية الضعيفة خصوصاً في سياق النزاعات المسلحة والحروب حيث يصبح الاعتماد الأكبر على الحلول الالية والأتوماتيكية.

يمكن اعتبار البحث بمثابة خطوة جيدة جديدة في مجال انشاء أنظمة مستقبلية تعتمد على الروبوتات والذكاء الاصطناعي لخدمة الإنسانية بشكل فعال.

1-4 أهداف البحث:

يهدف هذا البحث لتقديم إضافة في مجال الرعاية الصحية من خلال تطوير وتصميم روبوت طبي متنقل يستند على تقنيات الملاحة الذاتية والتعلم العميق، لتقديم حقيبة الإسعافات الاولية، تحليل المؤشرات الحيوية، دعم التنفس وتصنيف الوضع الصحي للضحايا في ظروف الكوارث.

1-5 أسئلة البحث / الفرضيات:

1-5-1 أسئلة البحث:

1-كيف يمكن تصميم روبوت ذاتي التنقل باستخدام ROS2 و SLAM ؟

2- هل ستحقق خوارزميات الرؤية الحاسوبية بالتعلم العميق الهدف المرجو منها في اكتشاف المصابين في ظروف معقدة مثل ضعف الإضاءة او وجود عوائق؟

3- هل يمكن تصنيف الحالات الصحية بناءاً على المعطيات الحيوية الى (مستقرة، متوسطة او حرجة)؟

4- هل ادخال وحدة دعم التنفس في الروبوت تحسن من جودة الاستجابة الطبية؟

5- هل فعالية التحكم الالي أفضل مقارنة بالتحكم الهجين (الذاتي+ الاشراف) من حيث الأداء والمرونة؟ 6- الى أي مدى يحقق البحث (الروبوت) المقترح تحسيناً ملموساً في سرعة الاستجابة ودقة التشخيص وتقليل الخسائر البشرية مقارنة بالطرق التقليدية؟

2-5-1 الفرضيات البحثية:

بالاستناد الى الأسئلة البحثية فإن الفرضيات هي الآتي:

1- يمكن لنظام التنقل الذاتي SLAM المبني على ROS 2 ان يمكن الروبوت من التحرك بشكل فعال في البيئات الغير منتظمة مثل الكوارث مع دقة مقبولة في تحديد الموقع ورسم الخرائط.

2- خوارزميات الرؤية الحاسوبية بالتعلم العميق قادرة على تحقيق معدلات عالية بالكشف عن مواقع المصابين حتى في ظروف بيئية معقدة الى حد ما.

3- يمكن تصنيف البيانات الحيوية للتحسين من دقة التصنيف للحالات الصحية للمصابين.

4- وجود وحدة لدعم التنفس منخفضة التكلفة ضمن الروبوت تزيد من فعالية التدخل الطبي الأولي وتعزز فرص النجاة في كثير من الحالات.

5- نمط التحكم الهجين (ذاتي + إشـــراف عن بعد) يوفر مرونة أكثر وفعالية أفضـــل في البيئات ذات المخاطر العالية مقارنة بالتحكم الذاتي المطلق.

6- البحث الحالي للروبوت المقترح يساهم بشكل واضح في زيادة سرعة زمن الاستجابة وتحسين جودة الرعاية الطبية مقارنة بالطرق التقليدية للإسعافات الأولية الميدانية.

6-1 منهجية البحث:

إتبع الباحث المنهج الوصفي التحليلي في وصف المشكلة المتعلقة بالبحث والتحليلي قي إيجاد وسائل وطرق حلول تتناسب مع متطلبات العصر ومن ثم المنهج التطبيقي في تصميم وتطبيق نظام .

الفصل الثاني

جانب التصميم والتطبيق

1- **تصميم وتطوير النموذج الأولي للروبوت:**

تصميم روبوت لمحاكاة أحد بيئات الكوارث المختلفة (بيئة أرضية غير منتظمة) ذو هيكل متين وخفيف وتصميم ميكانيكي يمكن الحركة المتجانسة في البيئة الغير منتظمة مع دمج عدد من وحدات الاستشعار (الحساسات) مثل الكاميرة، مستشعرات الطب الحيوي المتعددة مثل الحرارة ومعدل النبض ومستويات الاكسجين وغيرها، بالإضافة للحساسات البيئية المختلفة التي تستشعر جودة البيئة وخلوها من المواد الكيميائية.

2 – توفير دعم للإسعافات الأولية:

تطوير وحدة دعم تنفس تساعد في عملية التنفس الاصطناعي مع توفير حقيبة علاجية تشمل جميع المستلزمات الأولية بما في ذلك جهاز الإنعاش القلبي الرئوي.

3- تمكين التنقل الذاتي:

من خلال الاستفادة من منصة ROS2 في تنفيذ خوارزميات تحديد المواقع ورسم الخرائط (SLAM) لتمكين الروبوت من التنقل الذاتي في البيئات الفوضوية.

4- تطوير نظام رؤية حاسوبية: استخدام

خوارزميات التعلم العميق لاكتشـــاف وتحديد مواقع المصـــابين. مع محاولة زيادة دقة رغم قلة الدراســـات الســـابقة

والعينات في هذا المجال للمساهمة في زيادة دقة الكشف من خلال التدريب على مجموعة متنوعة من البيانات التي تعكس سيناريوهات كوارث مختلفة.

5- تحليل العلامات الحيوية وتصنيف الحالات:

صياغة الية حسابية لتحليل المؤشرات الحيوية (مستقرة، متوسطة او حرجة) لزيادة التكامل مع نظام الرؤية الحاسوبية والوصول الى تقرير طبي اولي يساعد الموارد البشرية في اتخاذ قرارات الفرق الميدانية.

6 - تصميم واجهة تحكم هجينة:

تصميم واجهة رسومية للمستخدم تتيح التحكم عن بعد عند الضرورة في حال عدم الرغبة في استخدم النظام الالي.

7 - التقييم والاختبار:

إختبار الروبوت من خلال بيئة افتراضية للمحاكاة لإجراء تقييم لأداء النظام من جوانب مختلفة دقة التوجيه والملاحة وسرعة الاستجابة والفعالية بالدعم الطبي والمقارنة مع الحلول التقليدية.

8- بنية النظام:

تعتمد البنية المقترحة للروبوت على دمج ثنائية الوحدات، بحيث يتم الفصل بين مهام التحكم منخفضة المستوى والمهام الذكية عالية المستوى. هذا التصميم يحقق استجابة سريعة وتنسيق عالي في الأداء بين المحركات والحساسات من جهة، وقدرة معالجة للملاحة الذاتية واتخاذ القرار من جهة أخرى.

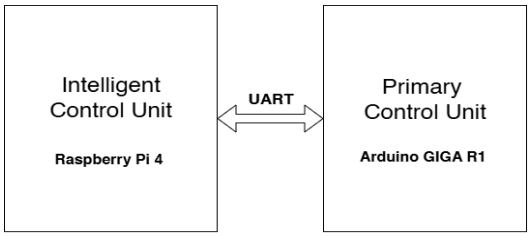
9- وحدة التحكم الأساسية:

تتولى هذه الوحدة إدارة جميع الحساسات الحيوية والبيئية بالإضافة إلى التحكم المباشر في المحركات. تم اختيار Arduino GIGA R1 WiFiنظراً لقدرته على توفير عدد كبير من المداخل والمخارج الرقمية والتناظرية، ودعمه للاتصال اللاسلكي، إضافة إلى استقراره في التطبيقات الزمن حقيقية.

10- وحدة التحكم الذكية:

تُعنى هذه الوحدة بمهام الملاحة الذاتية، بناء الخرائط باستخدام **SLAM**، والتكامل مع منصة **ROS2**لإدارة العقد **(Nodes)** والتواصل بين المكونات المختلفة. تم استخدام **Raspberry Pi 4**بصفته وحدة معالجة متقدمة تدعم خوارزميات الرؤية الحاسوبية والتعلم العميق، مما يمنح الروبوت قدرة أكبر على التفاعل مع بيئات الكوارث المعقدة.

إن هذا الفصل بين المهام يعتبر توزيع ممتاز للموارد، حيث يتم تخصيص وحدة مستقرة وسريعة للحساسات والتحكم الحركي، بينما تتفرغ الوحدة الأخرى للمعالجة الذكية وخوارزميات التنقل الذاتي.

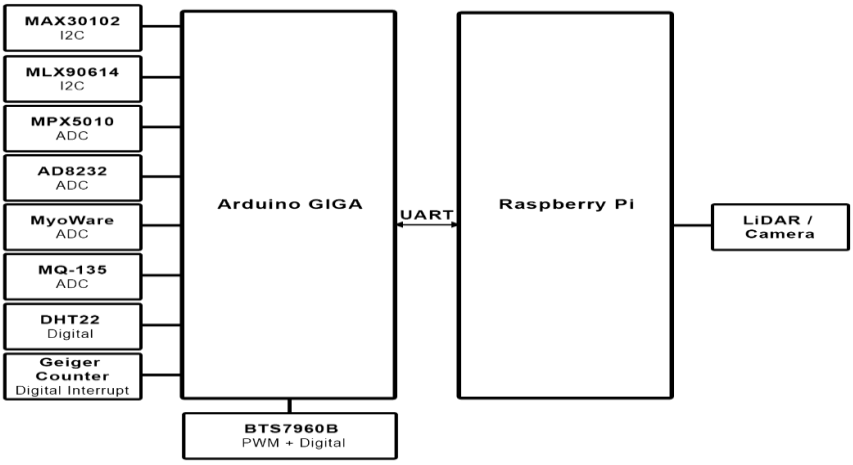


11- التصميم العتادي (Hardware Design): الحساسات المستخدمة

حساسات مراقبة العلامات الحيوية للمصابين		
الحساس	**الوظيفة الأساسية**	**الغرض في النظام**
MAX30102	**قياس معدل ضربات القلب ونسبة تشبع الأكسجين في الدم (SpO_2)**	**مراقبة الوظائف الحيوية للمريض وتحديد حالته الحرجة**
MLX90614	**قياس درجة الحرارة بالأشعة تحت الحمراء (بدون تلامس)**	**فحص درجة حرارة المصاب بسرعة وأمان**
MPX5010	**قياس تغير ضغط التنفس**	**تقدير معدل التنفس ومتابعة استقرار الجهاز التنفسي**
AD8232	**تسجيل إشارات تخطيط القلب (ECG)**	**متابعة النشاط الكهربائي للقلب واكتشاف الاضطرابات**
MyoWare	**رصد إشارات العضلات (EMG)**	**تقييم النشاط العضلي للمصاب أو علامات فقدان الوعي**
حساسات مراقبة البيئة المحيطة		
MQ-135	**كشف الغازات السامة وجودة الهواء**	**تحذير من المخاطر البيئية أو تسرب غازات ضارة**
DHT22	**قياس درجة الحرارة والرطوبة**	**تقييم الظروف البيئية وتأثيرها على المصابين**
Geiger Counter	**كشف مستويات الإشعاع**	**تحديد المخاطر الإشعاعية في مناطق الكوارث**

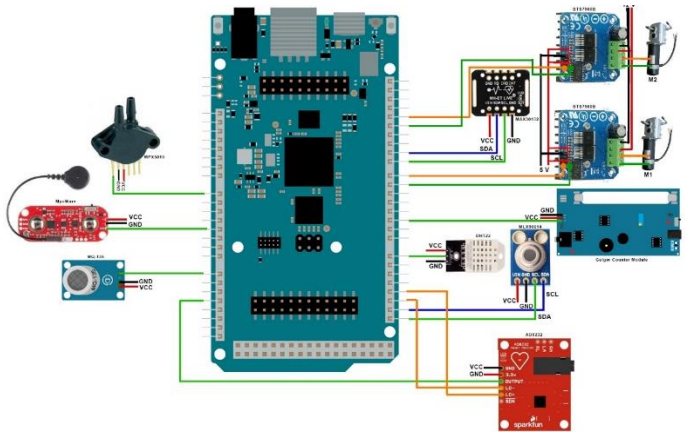
12- المكونات الأساسية للنظام

التصنيف	الوظيفة	المكونات
وحدة التحكم الأساسية	**إدارة المحركات، قراءة الحساسات الحيوية والبيئية، تنفيذ التحكم اللحظي.**	Arduino GIGA R1 WiFi
الوحدة الذكية	**تنفيذ خوارزميات SLAM، الملاحة الذاتية، معالجة الصور، الاتصال بالشبكات.**	Raspberry Pi 4 Woith (ROS2)
قيادة الحركة	**تشغيل محركات التيار المستمر عالية التيار والتحكم باتجاه وسرعة العجلات.**	BTS7960B H-Bridge
الحساسات الحيوية	**مراقبة المؤشرات الحيوية (الأكسجة، معدل القلب، الحرارة، التنفس، إشارات العضلات).**	MAX30102 ،MLX90614 ، MPX5010 ،AD8232 ،MyoWare
الحساسات البيئية	**رصد جودة الهواء، الحرارة/الرطوبة، وكشف الإشعاع.**	MQ-135 ،DHT22 ،Geiger Counter
مصادر الطاقة	**تغذية المحركات والإلكترونيات مع عزل وتثبيت للجهد.**	12V/24V منظمات + DC-DC (5V/3.3V)
التواصل بين الوحدات	**ربط آمن وسريع بين Arduino و Raspberry Pi لنقل البيانات والتحكم.**	UART / Wi-Fi / Ethernet



13- واجهات الربط والإشارات للنظام

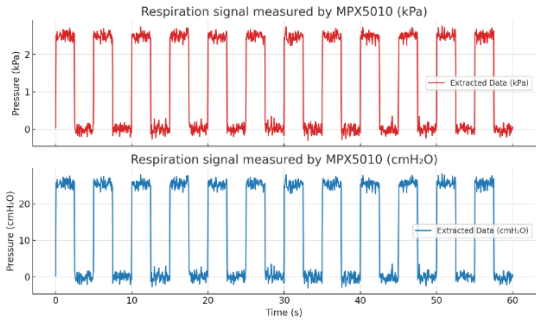
المكون	نوع البيانات	واجهة الربط	وحدة التحكم	الملاحظات
MAX30102 نبض واكسجين	بيانات رقمية	I²C (SDA/SCL)	Arduino GIGA	بروتوكول I²C بسرعة 400 kHz
MLX90614 حرارة الجسم	بيانات رقمية	I²C		Arduino GIGA
MPX5010 تنفس	**إشارة تناظرية**	ADC (0–5V)		**يتطلب قناة ADC بدقة 12/10-bit**
AD8232 تخطيط قلب	**إشارة تناظرية**	ADC		**يحتاج ترشـــيح (Filtering) قبل التحويل**
MyoWare إشارات عضلية	**إشارة تناظرية**	ADC		**قياس EMG للعضلات**
MQ-135 غازات ضارة	**إشارة تناظرية**	ADC		**يتطلب معايرة بيئية**
DHT22 حرارة + رطوبة	**بيانات رقمية**	Digital (One-Wire)		**تحديث كل 2 ثانية**
Geiger Counter Module للاشعاع	**نبضات رقمية**	Digital Interrupt		**يرســـل نبض لكل جســـيم مشـــع مكتشف**
BTS7960B قائد محركات	إشـــارات PWM + اتجاه	PWM + Digital		يتحكم بتيار حتى A43
Raspberry Pi 4	**بيانات ثنائية**	UART (TX/RX)	Arduino ↔ Pi	قناة تبادل أوامر/بيانات
Wi-Fi مضمن في GIGA	**اتصال شبكي**	TCP/IP	Arduino↔ Pi	بديل للUART عند الحاجة
الكاميرا (SLAM)	بيانات فيديو	CSI/USB	Raspberry Pi	معالجة الصور ضمن ROS2



14- التصميم البرمجي (Software Design):

قياس التنفس بواسطة حساس MPX5010

يتم استخدام حساس الضغط لقياس التنفس عن طريق احتساب فرق الضغط بين نقطتين (P1 – P2)، وبالتالي يتم تقدير معدل التنفس حيث يمكن تحويل هذه القراءات لشكل موجة لتحليل المعدل. المعادلة التحويلية : $Vout = Vs \times (0.09 \times P + 0.04)$ تحويل Vout إلى ضغط $(P = (Vout/Vs - 0.04) / 0.09)$ بـ kPa أو cmH_2O.حيث يتم استخلاص معدل التنفس (RR) عن طريق اكتشاف قمم/طياف موجة الضغط مع فترة زمنية (مثلاً عدد القمم في الدقيقة).

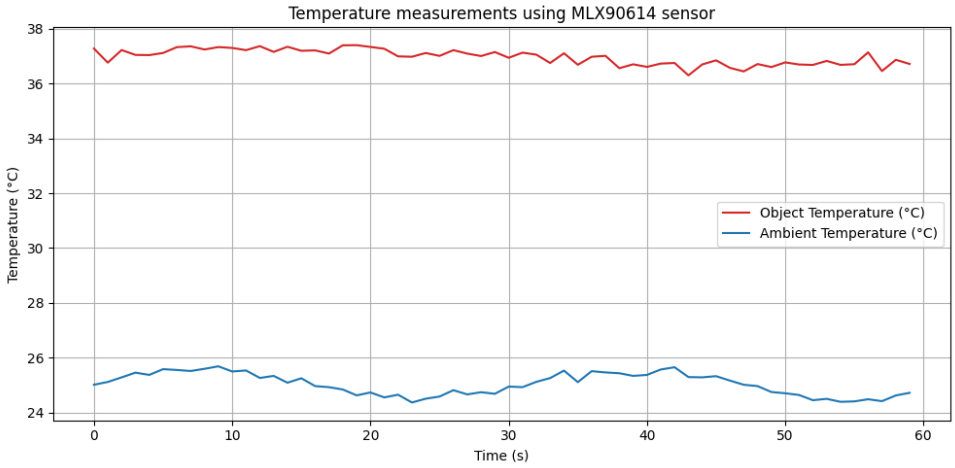


يوضح الرسم العلوي تغير الضغط بوحدة kPa بينما يوضح الرسم السفلي نفس الإشارة بعد تحويلها إلى وحدة cmH_2O، وتظهر بوضوح دورات الشهيق والزفير مما يؤكد إمكانية استخدام الحساس في مراقبة معدل التنفس

15- قياس درجة حرارة الجسم بواسطة حساس MLX90614

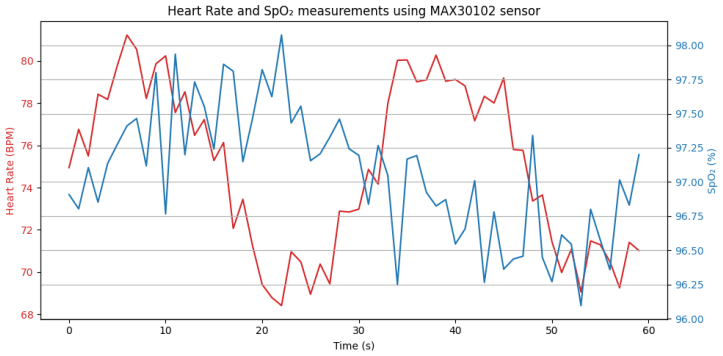
يستخدم الحساس لقياس درجة حرارة الجسم أو بدون ي تلامس مباشر، مما يجعله مناسب للتطبيق الطبي بشكل سريع وامن. يمتاز الحساس بدقة عالية تصل إلى ± 0.2 C° في المجال الطبي ودقة قياس (resolution) تصل إلى 0.02 C°. يعمل الحساس عبر واجهة I²C (SMBus) باستخدام خطي SDA, SCL وسيتم استخدام مكتبة جاهزة للحساس للدمج البرمجي Adafruit_MLX90614.h readAmbientTempC( ) تقرأ قيمة Ta من الحساس (حرارة البيئة).

ReadObjectTempC تقرأ قيمة To (حرارة الجسم/السطح المقابل للحساس).



16- قياس معدل ضربات القلب وتشبع الأكسجين بواسطة حساس MAX30102

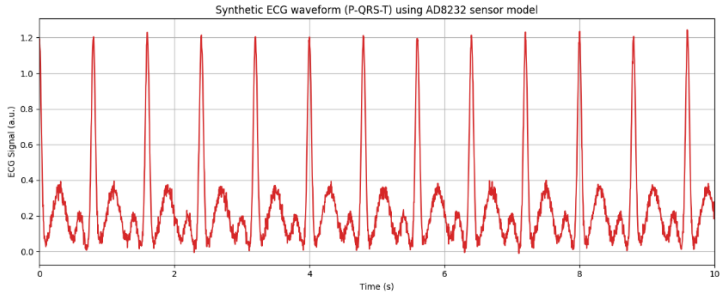
يتم قياس معدل ضربات القلب وتشبع الأكسجين (SpO_2) عبر تقنية Photoplethysmography (PPG)، حيث يتم تسليط ضوء أحمر و infra-red (IR) على الجلد، ثم قياس ضوء الانعكاس والتغير فيه [turn0search6] يستخدم الحساس I²C (SDA, SCL) للاتصال وبسرعة حتى 400 kHz ([turn0search5]) حيث ان قدرة الاتصال عبر FIFO buffer مدمج يمكنه تخزين حتى 32 عينة، مفيد للقراءة الدورية دون فقد بيانات ([turn0search3]).



قياسات معدل ضربات القلب (BPM) و تشبع الأكسجين بالدم (SpO_2%) باستخدام حساس MAX30102على مدار 60 ثانية. يظهر في الرسم استقرار القيم الحيوية مع تذبذبات طفيفة تعكس الطبيعة الديناميكية للإشارة المقاسة عبر تقنية Photoplethysmography (PPG).

17- إشارات تخطيط القلب بواسطة AD8232

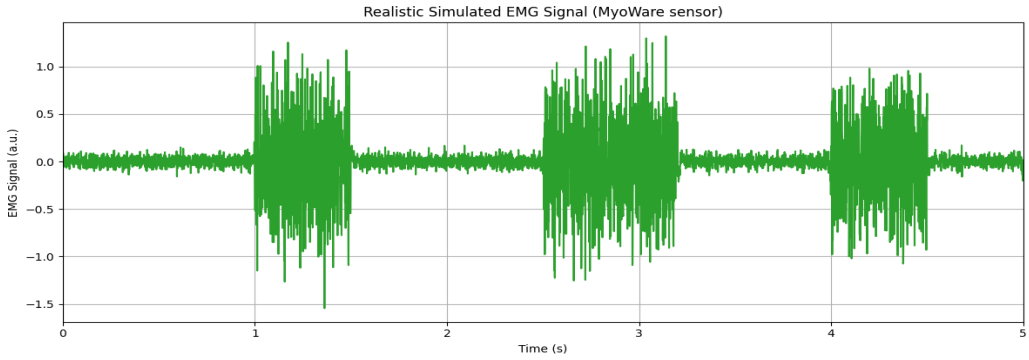
قراءة إشارة ECG التناظرية من حساس AD8232 بـ Lead-Off Detection لضمان اتصال صحيح بالأقطاب الكهربائية (electrodes). في كل حلقة، يتم فحص LO+ أو LO-. إذا كان اي منهما مرتفع (HIGH) فيتم إرسال "status: "leadoff.وإلا يتم قراءة analogRead(A1) وإرسال القيمة كـ raw مع طابع زمني.



إشارة ECGمحاكاة باستخدام حساس AD8232على مدار 10 ثواني. يظهر في الرسم الموجات المميزة لدورة القلب : P–waveقبل الانقباض(، QRS complex(القمة الرئيسية لانقباض البطين)، و T–wave(مرحلة الارتخاء).

18- النشاط الكهربائي للعضلات MyoWare:

يستخدم لقياس النشاط الكهربائي للعضلات (EMG)، عبر الجلد. يعطي مخرجاً بمائلياً يعكس مستوى التقلص العضلي، ويفيد في تقييم حالة المصاب الحساس يحتوي على amplifier + band–pass filter يقع داخل اللوحة نفسها لتصفية الإشارة من 20 Hz إلى عدة مئات Hz.



إشارة EMG محاكاة باستخدام حساس MyoWare Muscle Sensor على مدار 5 ثواني, يظهر في الشكل فترات انقباض عضلي (muscle contraction bursts) بين لحظات استرخاء (rest) , الإشارة تتميز بطبيعتها العشوائية (stochastic) ونطاقها الترددي 20–450 Hz، بما يعكس سلوك النشاط الكهربائي للعضلات كما يقاس فعلياً على الجلد.

10-النتائج وتوصيات البحث:

من خلال البحث تم التوصل لنتائج تحوي على إيجابيات وسلبيات، ولكن في المجال الطبي والإسعافات الاولية ستكون الربوتات رافداً أساسياً في الصحة والرعاية للروبوتات دورًا أكثر فعالية وإفادة في الإسعافات الأولية، وفي نهاية المطاف تحسين جودة ونتائج الرعاية في حالات الطوارئ .يمكن أن تكون الروبوتات أداة قيمة ومكملة للمستجيبين الأوائل من البشر، بدلاً من أن تكون بديلاً أو تهديدًا. يمكن للروبوتات أن تساعد في إنقاذ المزيد من الأرواح، والحد من المزيد من المعاناة، وخلق المزيد من الفرص للابتكار والتعاون في مجال الإسعافات الأولية.

تشير نتائج البحث في أن إنتاج الروبوت الطبي تساهم بقدر كبير في تحسين دقة الإسعافات الأولية ، تسريع التعافي، تخفيف عبء العمل على الكادر الطبي، وزيادة السلامة عبر تقليل العدوى الاستثمار في الروبوتات ، إستخدام الروبوتات لأتمتة المهام الروتينية، تطوير حلول الإسعافات في حالات وقوع كوارث وأزمات وايضاً للرعاية وللحصول علي هذه النتائج ضرورة إجراء المزيد من الدراسات لفهم تأثيرها على المدى الطويل ودمجها بشكل فعال في بيئات الإسعافات الاولية.

التوصيات في البحث بالآتي: توصيات لمستقبل روبوتات الإسعافات الأولية هي:

يمكن أن تثير الروبوتات بعض القضايا الأخلاقية والقانونية، مثل من المسؤول عن نتائج التدخلات الروبوتية، وكيفية ضمان خصوصية المرضى وموافقتهم، وكيفية تحقيق التوازن فوائد ومخاطر استخدام الروبوتات في مواقف مختلفة. ويجب دراسة هذه القضايا وتنظيمها بعناية من قبل السلطات المعنية وأصحاب المصلحة، مثل الحكومات والمنظمات الصحية والجمعيات المهنية. يمكن أن تطرح الروبوتات أيضًا بعض التحديات أمام التفاعل بين الإنسان والروبوت، مثل كيفية التواصل بفعالية مع المرضى وغيرهم من المستجيبين الأوائل، وكيفية بناء الثقة والألفة، وكيفية التعامل مع الجوانب العاطفية والنفسية لحالات الطوارئ الطبية. ويجب معالجة هذه التحديات من خلال تحسين تصميم الروبوتات ووظائفها، مثل جعلها أكثر سهولة في الاستخدام وأكثر تعبيرًا وقدرة على التكيف يمكن أن تواجه الروبوتات أيضًا بعض القيود الفنية والتشغيلية، مثل كيفية ضمان موثوقية وقوة الروبوتات، وكيفية التعامل مع البيئات المعقدة والديناميكية، وكيفية التنسيق والتعاون مع الروبوتات والأنظمة الأخرى. ولابد من التغلب على هذه القيود من خلال تعزيز القدرات التقنية والتشغيلية للروبوتات، مثل جعلها أكثر استقلالية

1. المراجع:

1. المراجع العربية:

1. د. عمر مال الله، الطبيعة القانونية للروبوتات الذكية، دراسة مقارنة، مجلة الباحث للعلوم القانونية، 1(1)، 2023م.
2. د. عمرو طه بدوي محمد، النظام القانوني للروبوتات الذكية المزودة بتقنية الذكاء الاصطناعي، الإمارات العربية المتحدة كأنموذج، دراسة تحليلية مقارنة لقواعد القانون المدني للروبوتات الصادرة عن الاتحاد الأوروبي سنة 2017م ومشروع ميثاق أخلاقيات الروبوت الكوري، مجلة الدراسات القانونية والاقتصادية، 2020م
3. د. نادر حوري، ما هي الروبوت صوفيا، مقال منشور في مجلة أرجاكيك بتاريخ 2019/12/1م، على الرابط التالي: https://www.arageek.com.
4. حبيب الكرار جهول، المسئولية المدنية عن الاضرار، التي تسببها الروبوت، دراسة تحليلية مقارنة، بحث منشور في مجلة التربية والعلوم، العدد 6 ،كلية الإلمام الكاظم، 2019.
5. د. همام القوصي ، إشكالية الشخص المسؤول عن تشغيل الروبوت تأثير نظرية النائب الإنساني عن جدوي القانون في المستقبل، 2018 ،بحث منشور في مجلة الابحاث القانونية المعمقة، العدد 25.

2.المراجع الأجنبية:

1- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC). (2021). World Disasters Report 2021. Geneva: IFRC.

2- World Health Organization (WHO). (2022). Health emergency and disaster risk management framework. Geneva: WHO.

3- Tavakoli, M., Carriere, J., & Torabi, A. (2020). Robotics, smart wearable technologies, and autonomous intelligent systems for healthcare during the COVID-19 pandemic: An analysis of the state of the art and future vision. Advanced Intelligent Systems, 2(7), 2000071.

4- Yang, G. Z., Nelson, B. J., Murphy, R. R., Choset, H., Christensen, H., Collins, S. H., ... & Taylor, R. H. (2020). Combating COVID-19—the role of robotics in managing public health and infectious diseases. Science Robotics, 5(40), eabb5589.

5- Khan, Z. H., Siddique, A., & Lee, C. W. (2021). Robotics utilization for healthcare digitization in global COVID-19 management. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(2), 678.

6- Zhou, X., Li, S., & Wang, H. (2022). Development of emergency medical rescue robots: A review. Robotics and Autonomous Systems, 155, 104137.

7- Nagenborg, M. (2021). Robotic systems in disaster response: Ethical and social issues. AI & Society, 36, 753–762.

•