

تحسين أداء شبكات WBAN اعتماداً على الموارد التكيفية

د. ناجي محمد *

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٤/١/٤ . قُبل للنشر في ٢٠٢٤/٦/٢٧)

□ ملخص □

يحتاج الأطباء إلى الحصول على معلومات معينة بهدف تشخيص أكثر تفصيلاً. تبدأ شبكات WBAN حركة الطوارئ عندما لا تكون الإشارة الحيوية في النطاق الطبيعي وتكون متقطعة ولا يمكن التنبؤ بها . حيث تشير حركة المرور العادية إلى البيانات الطبيعية التي يتم إنشاؤها بشكل دوري بواسطة شبكات WBAN دون أي مشكلة تتعلق بالزمن الحرج . يقع على عاتق مدير الشبكة عند نقل جميع الإشارات الحيوية الهامة والمساعدة أمام حالة حرجية عندها لا بد من تخصيص الموارد للإشارات الهامة لإنقاذ حياة المريض.

يعد تصنيف البيانات وفق لمعدل وصولها ووضعها ضمن مسجلات لها أولويات مختلفة نقطة هامة جداً لتأمين وصول البيانات الحرجة بدون تأخير . وبناءً على معدل حجم الرتل يتم تخصيص الحيزات الزمنية للأرتال حسب أولوية ومعدل وصول البيانات . لإنجاز ذلك تم استخدام الأرتال ذات الأفضلية وآلية تثقيل الجدولة المتكيف (AWRR) التي حققت تفوق على آلية الجدولة (Round Robin)

الكلمات المفتاحية: شبكة WBAN، أولوية الأرتال، WRR، Round Robin، الإطار الفائق.

* أستاذ مساعد في قسم هندسة تكنولوجيا الاتصالات - كلية هندسة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات - جامعة طرطوس - سوريا

Enhancing the performance of WBANs based on adaptive resources

Dr. Naji Mohamad *

(Received 4/1/2024 . Accepted 27/6/2024)

□ ABSTRACT □

Doctors need to obtain certain information in order to make a more detailed diagnosis. WBANs initiate emergency traffic when the vital signal is not in the normal range and is intermittent and unpredictable. Normal traffic refers to normal data that is generated periodically by WBANs without any time critical issue. It is the responsibility of the network manager to transmit all important vital signs and assist in the face of a critical situation. It is then necessary to allocate resources to the important signs to save the patient's life.

Classifying data according to the rate of its arrival and placing it in registers with different priorities is a very important point in ensuring that critical data arrives without delay. Based on the average frame size, time slots are allocated to the frames according to the priority and rate of data arrival. To accomplish this, priority frames and the adaptive weighting of the scheduling mechanism (AWRR) were used, which achieved superiority over the scheduling mechanism (Round Robin).

Key Words: Keywords: WBAN, frame priority, WRR, Round Robin, super frame.

*Assistant Professor, Communication Technology Engineering Department, Information and communication Technology Engineering, Tartous University, Syria.

١- المقدمة:

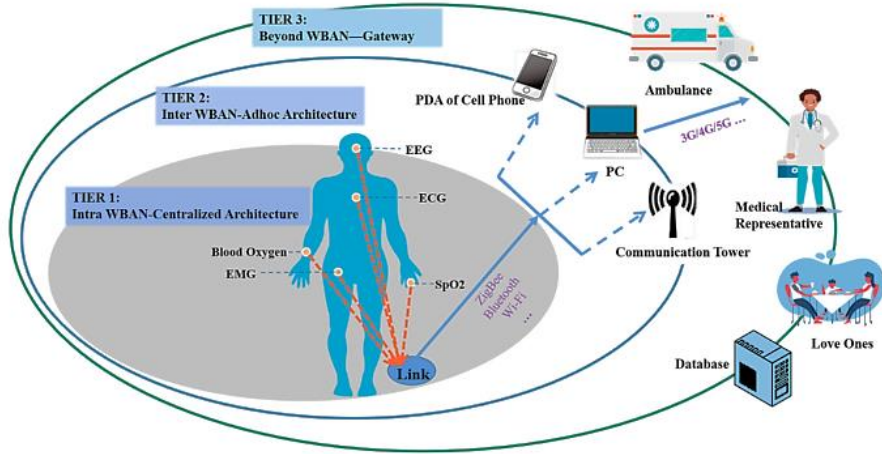
تعد بعض البيانات الموجودة في WBAN بالغة الأهمية وتحتاج إلى الاهتمام في الوقت الفعلي. يعتمد ذلك على مرض المريض أو ما إذا كانت البيانات الحيوية بها بعض الأحداث غير الطبيعية. يجب أن تقوم آليات جودة الخدمة (QoS) بإعداد بنية ذات أولوية للتمييز بين أهمية الرزم وتحقيق وصول الرزم بالوقت المناسب وبدون تأخير من خلال تخصيص الموارد المتاحة.

٢- أهمية البحث وأهدافه:

تتجلى أهمية البحث في تميز الحالة الحرجة للمريض عن الإشارات الحيوية الدورية ونقلها بأسرع وقت من خلال استخدام آليات جدولة ومسجلات ذات أولويات مختلفة. تختلف حركة مرور شبكة WBAN عن الشبكة التقليدية. تحدث حركة الطوارئ نمط حركة مرور غير متوقع عندما تكون البيانات الحيوية خارج النطاق الطبيعي. وينبغي الأخذ بالاعتبار في طبيعة نمط حركة المرور غير المتوقع عند دعم جودة الخدمة لحدث الطوارئ. تعد الأرتال ذات الأفضلية بالإضافة إلى آليات جدولة للرزم حل مناسب للقضايا المطروحة.

٣- طرائق البحث ومواده:

٣-١- شبكات WBAN: تتخلص اتصالات الشبكات اللاسلكية من القيود السلكية بحيث يكون نطاق الإرسال والتقل أكثر حرية من الشبكة السلكية. يمكن تصنيف الشبكات اللاسلكية حسب تغطية الإرسال الخاصة بها، وتعد شبكة WBAN إحداها. يوجد هناك خمسة تصنيفات للشبكات اللاسلكية وفقاً لتغطية الإرسال: شبكة منطقة الجسم اللاسلكية (WBAN)، وشبكة المنطقة الشخصية اللاسلكية (WPAN)، والشبكة المحلية اللاسلكية (WLAN)، والشبكة الحضرية اللاسلكية (WMAN)، والشبكة اللاسلكية واسعة النطاق (WWAN). وتتمثل علاقة كل شبكة في أنه يمكن ربط شبكة التغطية الصغيرة بشبكة التغطية الأكبر من خلال بوابة يمكنها التحويل بين تقنيتي شبكتين مختلفتين. لذلك، يمكن ربط شبكة WBAN بأي من الشبكات المذكورة سابقاً لتوصيل البيانات إلى المخدم الطبي البعيد. إن إنجاز الدمج مع الشبكات اللاسلكية الأخرى يجعل الخدمة الطبية لـ WBAN أكثر اكتمالاً. تتكون شبكة WBAN بشكل أساسي من مجموعة من عقد الاستشعار اللاسلكية (WSNs) وعقدة المعالجة المركزية. يمكن أن تكون شبكات WSN عبارة عن عقد استشعار داخل الجسم أو على الجسم تستخدم لمراقبة الإشارات الفيزيولوجية لمستخدم WBAN. تتكون البنية الأكثر انتشاراً والمعتمدة في الدراسات الخاصة بشبكات WBAN [١] من ثلاثة مستويات Intra-WBAN, Inter-WBAN, و Beyond-WBAN. كما هو موضح في الشكل (١). كما تمتاز شبكة WBAN بالعمل وفق الطوبولوجيا النجمية (star). تتجز حركة البيانات عبر وصلة صاعدة، يتم تصنيف حركة مرور شبكة WBAN إلى ثلاثة أنواع: حركة المرور عند الطلب، وحركة الطوارئ، وحركة المرور العادية. فحركة المرور عند الطلب هي الوصلة الهابطة والتي تبدأ عندما يحتاج الأطباء إلى الحصول على معلومات معينة للحصول على تشخيص أكثر تفصيلاً، أما حركة المرور في حالات الطوارئ والعادية هي حركة مرور الوصلة الصاعدة. تبدأ شبكات WBAN حركة الطوارئ عندما لا تكون الإشارة الحيوية في النطاق الطبيعي وتكون متقطعة ولا يمكن التنبؤ بها. تشير حركة المرور العادية إلى البيانات الطبيعية التي يتم إنشاؤها بشكل دوري بواسطة شبكات WBAN دون أي مشكلة تتعلق بالزمن الحرج. توضح عمليات المرور الثلاثة هذه كيفية تدفق البيانات في شبكة WBAN وتحمل حركة المرور غير المتماثلة.



الشكل (١): بنية شبكات حساسات الجسم اللاسلكية WBANs

٢-٣- بروتوكول MAC: تحدد طبقة التحكم في الوصول إلى الوسائط (MAC) كيفية وصول الرزم إلى القناة وتمكين العديد من عقد الشبكة من الاتصال داخل شبكة متعددة النقاط. ومن ثم تلعب طبقة MAC دوراً مهماً في تحديد بعض بارامترات الأداء مثل استهلاك الطاقة، وكفاءة الشبكة، واحتمال ضياع الرزمة، وزمن الوصول، واستخدام الموارد. قد يكون للفئات المختلفة من بروتوكولات MAC نتائج أداء مختلفة في نفس بيئة العمل [٢].

١-٢-٣ الوصول المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA): يعد الوصول المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) طريقة للوصول إلى القناة تستخدم الفترات (الحيزات) الزمنية للتمييز بين عمليات إرسال الرزم المختلفة. ولذلك، فإن الحيز الزمني مخصص فقط لإرسال الرزمة. تقدم TDMA كفاءة في استهلاك الطاقة وعدم ضياع الرزم بسبب التصادمات وموثوقية عالية ولكن قابلية التوسع في بيئة التحكم الموزعة غير مرنة وتحتاج إلى إعادة التشكيل لضم العقد الجديدة.

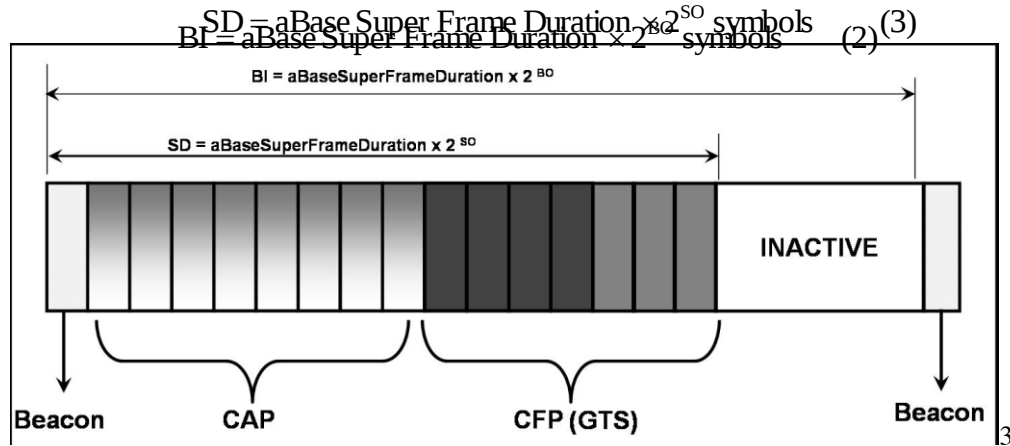
٢-٢-٣ بروتوكول الوصول العشوائي (Random access): يعد بروتوكول الوصول العشوائي مناسباً للنظام الموزع لأنه لا يحتاج إلى وحدة تحكم مركزية في الشبكة لجدولة عمليات الإرسال. يمتاز بالطبيعة التنافسية على وسط الإرسال يحدث تصادم الرزمة عندما تقوم عقدتان أو أكثر بإرسال الرزمة في نفس الوقت. يحتاج إلى إعادة الإرسال لإرسال الرزمة بنجاح. تجعل ميزات التحكم الموزع والإرسال المعتمد على التنافس من السهل توسيع نطاق عقد WBAN خصوصاً عندما لا يكون تحميل حركة المرور كثيفاً، يمكن للوصول العشوائي إرسال البيانات على الفور دون الحاجة إلى إعادة الإرسال. يمكن أن يكون لها أيضاً تأخير إرسال منخفض. ومع ذلك، يصبح أداء الطاقة وموثوقية الشبكة أسوأ عندما يكون حمل حركة المرور مرتفعاً. نظراً لزيادة احتمالية التصادم، فقد يؤدي ذلك إلى تغيرات في تأخير الإرسال وضياع للرزم. كما أن إعادة الإرسال تستهلك المزيد من الطاقة على الرزمة. يعد الوصول العشوائي مناسباً لمتطلبات شبكة WBAN عندما لا يكون تحميل حركة المرور مرتفعاً. كما تحدد بنية الإطار الفائق من قبل المنسق كما في الشكل (٢)، ويملك المنسق القدرة على إيقاف إرسال المنارة. تقسم فترة الإطار الفائق إلى حيز زمني [٣]، يخصص الحيز الأول للمنارة، ويمثل القسم المتبقي من فترة الإطار الفائق CAP (Contention Access Period)، CEP (contention free period) و الفترة الغير فعال (Inactive). تستخدم معلومات الإطار الفائق لتقديم التزامن، تحديد PAN وبنية الإطار الفائق إلى الأجهزة الموجودة ضمن شبكة WPAN. وتحدد بنية الإطار من خلال:

- ترتيب الإطار الفائق (Superframe) SO: يستخدم $SO \leq 15$ لتحديد طول فترة الإطار الفائق.

- ترتيب المنارة (Beacon Order) BO: يستخدم لتحديد طول فترة المنارة.

تحتسب فترة المنارة والفترة الفعالة وفترة الخمول من خلال العلاقات (١)(٢)(٣):

$$a \text{ BaseSuperFrameDuration} = a \text{ BaseSlotDuration} \times a \text{ NumSuperframeSlots} \quad (1)$$



الشكل (٢) بنية الإطار الفائق

- ٣-٣ جودة الخدمة: يتم تطبيق WBAN على نطاق واسع في التطبيقات الطبية التي تتطلب متطلبات صارمة لجودة الخدمة. وبما أن التطبيقات مرتبطة بالحياة، فيجب أن يكون إرسال الإشارات الطبية أكثر موثوقية من الإشارات غير الطبية. [٤] تعاني شبكات WBAN من متطلبات ومشكلات جودة الخدمة منها:
 - تواجه شبكات WSN قيود على الموارد مثل النطاق الترددي المحدود للقناة اللاسلكية والذاكرة المحدودة وطاقة البطارية. ولذلك، ينبغي أن تدعم جودة الخدمة التغلب على قيود عرض النطاق الترددي، ومعالجة حجم المخزن المؤقت، وتوفير استهلاك الطاقة.
 - في التطبيقات الطبية، قد تكون إشارات المراقبة عبارة عن أنواع مختلفة من الإشارات الفيزيولوجية في شبكة WBAN فهو يجعل شبكات WSN لديها معدلات أخذ عينات مختلفة لجمع البيانات.
 - تختلف حركة مرور شبكة WBAN عن الشبكة التقليدية. تحدث حركة الطوارئ نمط حركة مرور غير متوقع عندما تكون البيانات الحيوية خارج النطاق الطبيعي. وينبغي الأخذ بالاعتبار في طبيعة نمط حركة المرور غير المتوقع عند دعم جودة الخدمة لحدث الطوارئ.
 - قد تتغير طوبولوجيا الشبكة نتيجة لتتقل العقدة والفشل وإضافة عقد جديدة. تتسبب سيناريوهات المشي لمستخدمي WBAN أيضًا في مشكلة تداخل WBAN المتعدد. علاوة على ذلك، فإن الطبيعة غير الموثوقة للشبكة اللاسلكية قد يكون لها تأثير سلبي على نقل البيانات في حالات الطوارئ.
 - تعد بعض البيانات الموجودة في WBAN بالغة الأهمية وتحتاج إلى الاهتمام في الوقت الفعلي. يعتمد ذلك على مرض المريض أو ما إذا كانت البيانات الحيوية بها بعض الأحداث غير الطبيعية. على سبيل المثال، تعد معلومات نشاط قلب المريض أكثر أهمية من بيانات درجة حرارة الجسم عندما يكون

المريض مصاباً بمرض قلبي، أو يجب أن يكون التغيير السريري المفاجئ للإشارة الحيوية قلقاً للغاية عند حدوثه. يجب أن تقوم آليات جودة الخدمة (QoS) بإعداد بنية ذات أولوية للتمييز بين أهمية الرزم.

٣-٤ إدارة الموارد في شبكات WBAN: تعمل WBAN على جمع أنواع حركة المرور غير المتجانسة

التي تحتوي على البيانات الحيوية والصورة والصوت والبيانات ومعالجتها، ونقلها إلى مركز التشخيص عن بعد. تعد العقدة المركزية المسؤول عن التحكم وجدولة تدفق نقل WBAN للتخفيف من تعقيد تشغيل عقد الحساسات. ويتم تخصيص الموارد القائمة على التنافس العشوائي هي كما يلي: تهدف وحدة تصنيف بيانات WSN إلى تصنيف أهمية كل بيانات WSN اعتماداً على نوع البيانات وحالة البيانات. هذا هو تصنيف الأولوية داخل شبكة WBAN ويتم استخدام وحدة تعيين الحالة الحرجة WBAN للإشارة إلى مستوى مستخدمي WBAN. ومن ثم، فهذه هي الأولوية المخصصة لشبكة WBAN سيتم تحديد أهمية WSN ومستوى الحالة الحرجة WBAN في كل إطار فائق. تشكل هاتان الودعتان هيكل أولوية من عدة مستويات. بعد ذلك، يتم استخدام وحدة تخصيص النطاق الترددي للشبكة للتعامل مع مورد النطاق الترددي مع مستخدمي WBAN المجاورين وفقاً لمستوى الحالة الحرجة ومتطلبات النطاق الترددي. أخيراً، في وحدة جدول الإرسال الخاصة بشبكات WSN، تقوم وحدة المعالجة المركزية بتعيين وجدولة النطاق الترددي المتاح لشبكات WSN. في تطبيق الرعاية الصحية عن بعد، تعد الإشارات الحيوية أكثر أهمية من الإشارات المساعدة الأخرى، وتكون الإشارات الحيوية في بعض الأحيان حرجة للغاية وتحتاج إلى الاهتمام في الوقت الفعلي. ويبين الجدول (١) بإيجاز متطلبات التأخير للبيانات غير المتجانسة [٥]

الجدول (١) القيمة المرجعية للبيانات الحيوية الطبيعية

Physiological signal	Range	Delay bound
Blood glucose	64-140mg/dL	Emergency:<250msec Normal:500-1000msec
Blood pressure	120-160mmHg	
ECG	50-120beats/sec	
Hemoglobin	12.1-17.2g/dL	
Image ,context data		5sec

يتم استخدام تعيين الحالة الحرجة WBAN للتمييز بين أهمية مستخدم WBAN من خلال تقييم الحالة الصحية وفقاً للإشارات الحيوية. عندما تسوء الحالة الصحية للمريض، قد يزيد عدد الإشارات الحيوية غير الطبيعية. من أجل عدد شبكات WBAN يمكن تحديد مؤشر حدوث حالة حرجة. وبالتالي يمكن تعريف عتبة الخطر من قبل الأطباء والقائمين على إدارة الشبكة. ففي وحدة التحكم بالحالة الحرجة، تعني شبكة WBAN ذات حالة حرجة عالية أن الحالة الصحية لمستخدم WBAN خطيرة نسبياً وأن الإشارات الحيوية الصادرة عن شبكات WSN مهمة نسبياً وتحتاج إلى الإرسال في الوقت المناسب. كما تعد شبكة WBAN ذات الحالة الطبية المنخفضة أقل أهمية من شبكة WBAN ذات حالة طبية حرجة عالية عندما لا يكون مورد النطاق الترددي كافياً. إنه يضمن فقط نقل بعض البيانات المهمة في الوقت الفعلي ويضحي بمتطلبات النطاق الترددي للبيانات الأقل أهمية. إنه حل ضروري عندما لا يكون النطاق الترددي المتوفر كافياً لكل مستخدم لشبكة WBAN [٦].

٤ - النتائج والمناقشة:

تتلخص آلية العمل المقترحة من خلال استخدام كلاً من آلية النفاذ العشوائي في المرحلة الأولى ومن ثم تخصيص الموارد (الحيزات الزمنية) باستخدام TDMA بغية تحقيق ذلك لا بد من المراحل التالية وكما موضح بالشكل (٣):

- ١- تقيس الحساسات الموجودة على وداخل الجسم القيم الحيوية ليتم إرسال إلى مرحلة تصنيف الحركة.
- ٢- تتجزأ آلية التصنيف حسب معدل وصول المعلومات $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ من الحساسات مقارنة مع القيم المحددة في الجدول (١). يعتمد عملية الوصول على تابع بواسون من خلال فرض أن أنه خلال فترة محددة يحدث وصول واحد فقط ويعطى تابع التوزيع الاحتمالي وفق العلاقة (٤):

$$P[k \text{ arrivals in } Tsec] = \frac{(\lambda T)^k}{k!} e^{-\lambda T} \quad (4)$$

- ٣- يتم توجيه الحركة إلى الأرتال حسب الأفضلية، تبدأ بالأرتال ذات الأفضلية المنخفضة ثم ذات الأفضلية العالية وأخيراً ذات الأفضلية الحرجة (الخطرة). يعبر λ_{1eq} عن الحركة λ_1 من الصفوف الثلاثة كما في العلاقة (٥)، يشير i إلى رقم المنصف التي أتت منه الحركة.

$$\lambda_{1eq} = \sum_{i=1}^3 \lambda_{1i} \quad (5)$$

- ٤- يتم قياس معدل حجم الرتل اعتماداً على ((EWMA) exponential weighted moving average) ويعطى وفق العلاقة (٦). حيث q حجم الرتل الآني الذي يتغير مع كل وصول للبيانات المقاسة.

$$avg \leftarrow (1 - w_q) avg + w_q q \quad (6)$$

- ٥- يتم تحديد الحيزات الزمنية وفقاً لمعدل حجم الرتل في الحالات الثلاث. وتتجزأ عملية جدولة الأرتال وفق مبدأ الأفضليات (Adaptive Weighted Round Robin (AWRR)). يدعى WRR باسم الأرتال المعتمدة على الصفوف (class-based queuing (CBQ)). بحيث يتم تخصيص لكل صف نسبة محددة من عرض حزمة الخرج و تحقق العلاقة (٧). حيث m عدد الصفوف و W_i يمثل تنقيط الصف i .

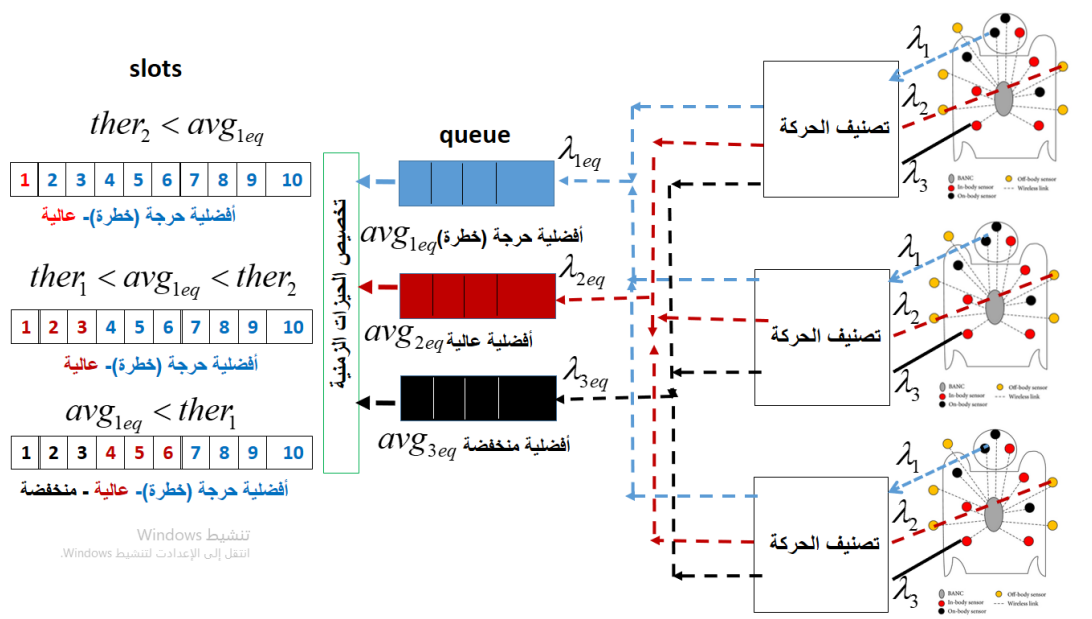
$$\sum_{i=1}^m W_i = 100\% \quad (7)$$

- ٦- يحدد ضمن AWRR معدل التنقيط لكل رتل بشكل متكيف حسب معدل حجم الرتل
- ٧- إذا كان $avg_{1eq} < ther_1$ يتم تخصيص الحيزات بالتساوي بين الأرتال الثلاثة. ويكون معامل التنقيط متساوي للأرتال الثلاثة $w_1 = w_2 = w_3 = 0.33$

- ٨- إذا كان $ther_1 < avg_{1eq} < ther_2$ يتم تخصيص الحيزات بين الرتلين (ذو الأفضلية العليا) و (ذو الأفضلية الحرجة (الخطرة)) كما يلي $w_1 = 0.7, w_2 = 0.3, w_3 = 0$

- ٩- إذا كان $ther_2 < avg_{1eq}$ يتم تخصيص الحيزات على الرتل ذو الأفضلية الحرجة (الخطرة))

$$w_1 = 0.9, w_2 = 0.1, w_3 = 0$$

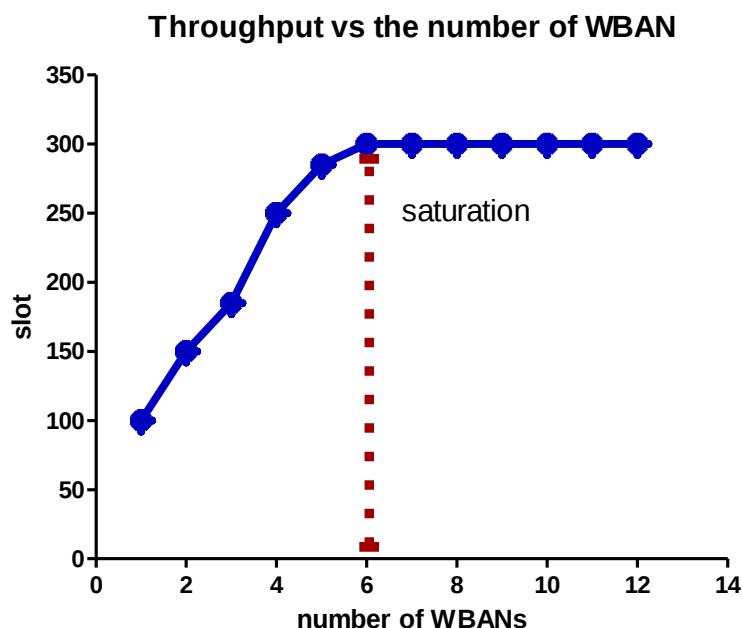


الشكل (٣) آلية العمل المقترحة لتخصيص الحيزات الزمنية

ويمثل الجدول (٢) بارامترات العمل لشبكة WBAN. نقوم بزيادة أعداد WBAN لاختبار الحد الأقصى لمعدل الإنتاجية. عندما يكون هناك عدد كبير جدًا من شبكات WBAN في نفس المنطقة، فإن مورد النطاق الترددي المحدود لا يكفي لمتطلبات كل شبكة WBAN. يظهر إنتاجية النظام لسيناريو WBAN من أجل عدد كبير لشبكات WBAN في الشكل (٤) ويكون معدل نقل النظام مشبعًا عندما تكون أرقام WBAN أكثر من ستة.

الجدول (٢) بارامترات العمل

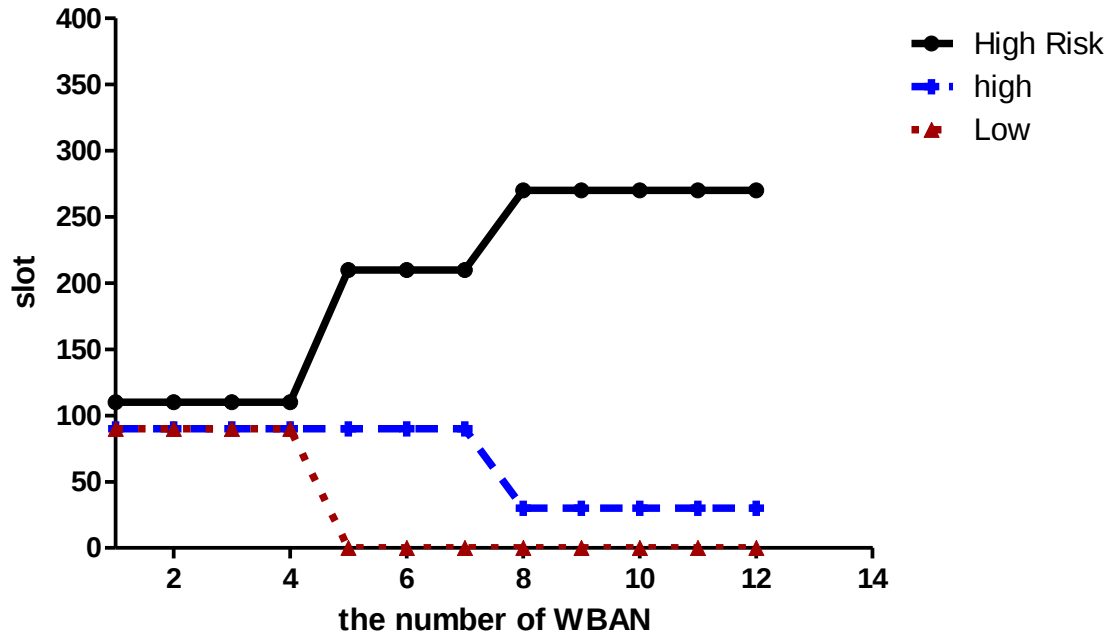
عدد عقد الحساسات في كل شبكة WBAN	١٢ عقدة حساس
عدد شبكات WBAN	يتراوح في المجال [١٠-١٥] شبكة
حجم الرزمة المرسل	400Bytes
نمط الحركة CBR بمعدل	64Kbps
بنية الإطار الفائق (frame structure) نحدد:	(beacon duration=10 slot)
(slot time=1msec)	(data periods=300 slot)
(Superframe duration=0.4sec)	



الشكل (٤) إنتاجية النظام كتابع لعدد شبكات WBAN

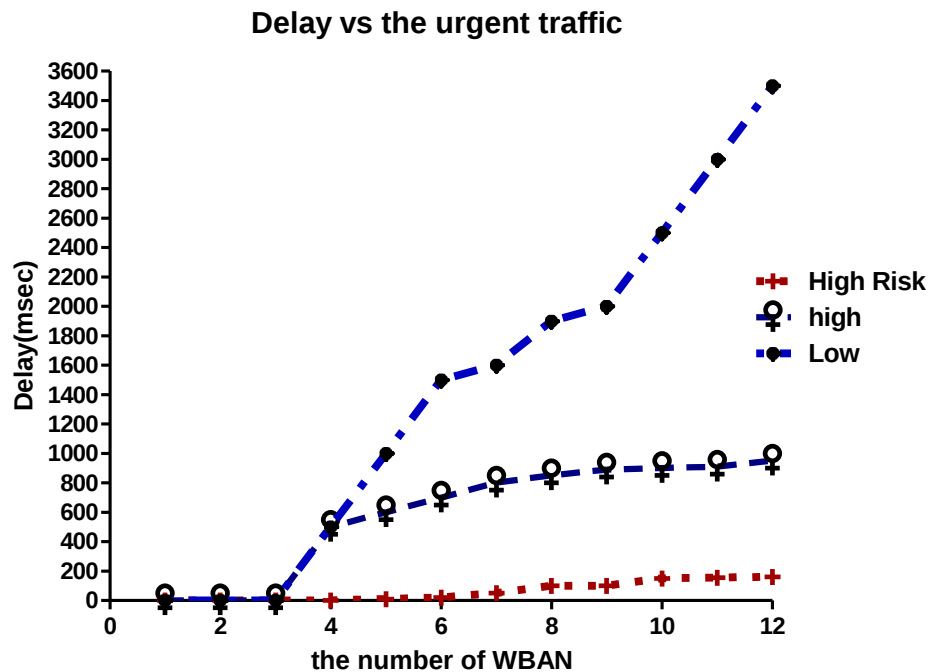
يوضح الشكل (٥) عرض النطاق الترددي المتوفر لكل شبكة WBAN من خلال الحيزات الزمنية المخصصة والآلية التي يتم تخصيص الحيزات وفقاً لمتطلبات التطبيقات وأهمية المعلومات المرسل. في حالة عدم وجود حالة جودة الخدمة، يتدهور النطاق الترددي المتوفر لكل شبكة WBAN عندما يكون عدد مجموعات WBAN أكثر من ستة . باستخدام آلية جودة الخدمة، يمكن أن تظل شبكة WBAN عالية المخاطر كافية لعرض النطاق المطلوب حتى يصل عدد شبكات WBAN عالية المخاطر إلى ستة . تتمتع شبكة WBAN منخفضة المخاطر بنطاق ترددي أقل متاح عندما يتجاوز رقم WBAN الحد المسموح به للنظام حتى ينعدم. توضح هذه النتيجة أن شبكات WBAN عالية المخاطر يمكنها الحصول على أكبر قدر ممكن من النطاق الترددي الذي تحتاجه للحصول على نقل موثوق للبيانات الطبية . وبالتالي، فإن جودة الخدمة المقترحة تقوم بتعيين مستوى مخاطر الشبكة اللاسلكية (WBAN) وفقاً للحالة الصحية للمستخدم وتوفر لمستخدم شبكة WBAN المهم عرض النطاق الترددي المطلوب قدر الإمكان لتلبية متطلبات التأخير .

throughput vs the urgent traffic



الشكل (٥) الحيزات الزمنية المخصصة حسب الحركة الحرجة

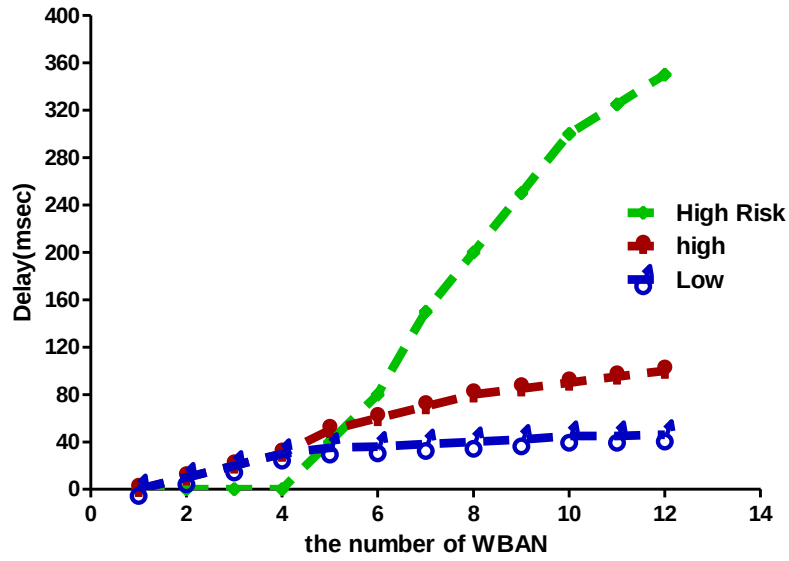
ويبين الشكل (٦) التأخير لشبكة WBAN كتابه لحالة الحركة. فإن الشبكة عالية الحالة الحرجة يمكنها إرسال بياناتها المهمة لها في الوقت المناسب ولا يوجد تأخير كبير كون الموارد متاحة بينما وتحتاج شبكة WBAN منخفضة المخاطر إلى الإرسال في الوقت المناسب عندما لا يكون عرض النطاق الترددي المتوفر كافياً لأن بياناتها قد يتم تخزينها في المخزن المؤقت (buffer) ويتم إرسالها بمجرد أن يكون عرض النطاق الترددي كافياً وهذا يفسر زيادة زمن التأخير.



الشكل (٦) التأخير كتابع حسب الحركة الحرجة

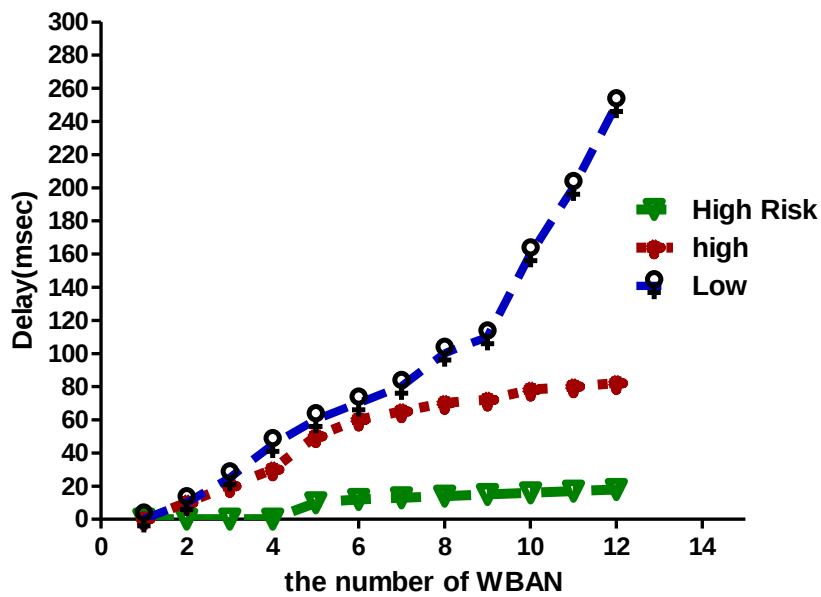
بهدف تبيان أهمية إدخال آلية الجدولة (AWRR) سيتم المقارنة مع (Round Robin) عند نقل معلومات هامة كتخطيط القلب. يتم توصيل جهاز استشعار طبي حيوي لتخطيط القلب (ECG) بكل عقدة استشعار. يقوم مستشعر تخطيط القلب (ECG) باختبار إشارة نشاط القلب، وتقوم عقدة المستشعر برقمنة بيانات تخطيط القلب (ECG) وتخزينها في المخزن المؤقت الخاص بها، حيث سيتم تجهيز رزم البيانات ونقلها عندما يصل عدد بايت البيانات إلى حجم معين. وبالتالي أي تغير مفاجئ في نشاط القلب سيؤدي إلى إرسال البيانات بكميات كبيرة ومتكررة [٧]. وسيجعل ذلك تفضيل حالة مريض عن مريض آخر. سيتم دراسة و مقارنة نقل معطيات ECG لعدة مرضى (شبكات WBAN) من أجل حالات جدولة مختلفة (round robin, AWRR) من ناحية تأخير البيانات من أجل أنماط الأفضليات السابقة. نميز ثلاث حالات : إذا كان معدل إرسال ECG يساوي ١٢kbps و إذا كان بين ١٢kbps و ١٦kbps و الحالة الثالثة أكبر من ١٦kbps . سيتم تخزينها وفق لعمليات التوصيف السابقة ولكن عملية الجدولة سنقارن بين (round robin, AWRR). يمكن الملاحظة من خلال الشكل (٧) عند استعمال آلية الجدولة Round Robin لا يوجد تميز لأنماط الحركة الحرجة. ستعاني الحركة ذات الحالة الحرجة من تأخير كبير على الرغم من ضرورة وصولها في الوقت المناسب. لا يمكن تحقيق ذلك من خلال تلك الآلية. بينما يظهر الشكل (٨) انخفاض التأخير المرتبط بالحركة الحرجة كونه تم تخصيص حيزات زمنية بما يتناسب مع احتياجاته [٩][٨].

Delay vs the number of WBAN (Round Robin)



الشكل (٧) التأخير الحاصل كتابع لآلية الجدولة (Round Robin)

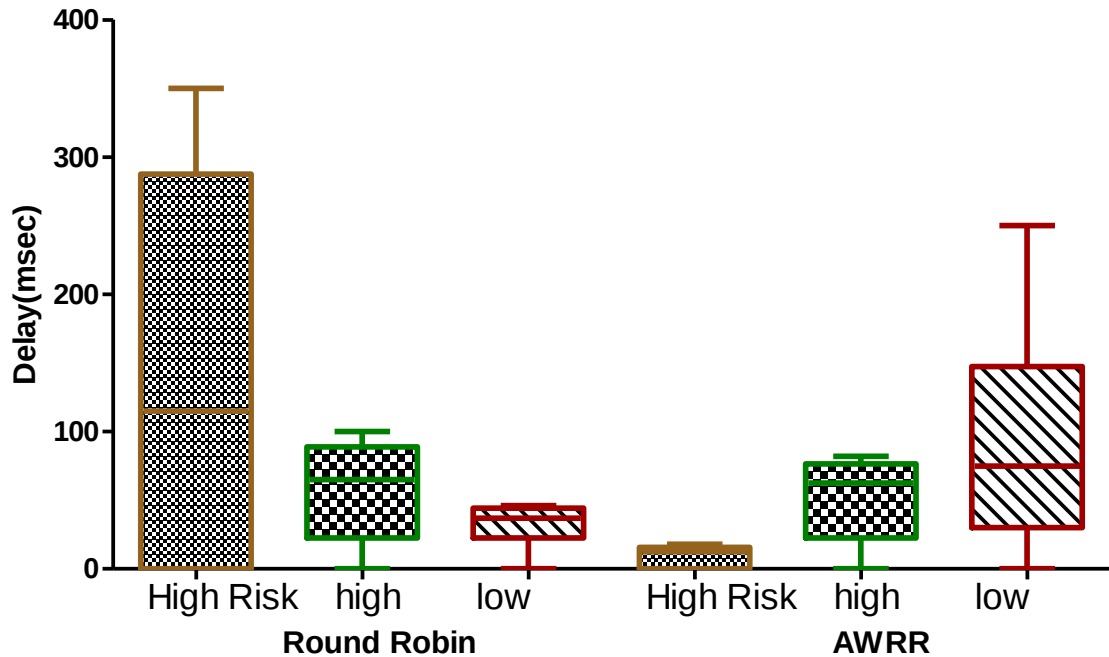
Delay vs the number of WBAN (AWRR)



الشكل (٨) التأخير الحاصل كتابع لآلية الجدولة (AWRR)

ولإنجاز وإظهار الفرق بشكل أكثر وضوحاً يظهر كما في الشكل (٩) الفرق بين الطريقتين والجدول (٣) يظهر القيم المتوسطة والانحراف المعياري لكل حالة من الحالات

Delay vs (Round Robin - AWRR)



الشكل (١٠) توزيع قيم التأخير حسب الحالة و حسب طريقة الجدولة
الجدول (٣) القيم المتوسطة والانحراف المعياري لحاتي الجدولة

	Round Robin			AWRR		
	High risk	high	low	High risk	high	low
Mean (msec)	141.3	57.50	32.25	9.583	51.42	92.50
Std. Deviation	138.7	35.00	14.81	7.391	29.07	76.97
Std. Error	40.05	10.10	4.277	2.134	8.391	22.22

٥-الاستنتاجات و التوصيات:

- تهتم شبكات WBAN بنقل الإشارات الحيوية من جسم الإنسان إلى مركز المعالجة. وتقسم الإشارات الحيوية إلى نوعين إشارات دورية وإشارات حرجية تعكس حالة المريض الخطرة.
- يلعب معدل وصول المعلومات دورا كبيرا في إظهار الحالة الحرجية. وبالتالي يتم تصنيف الحركة وفق أرتال ذات أولويات مختلفة. و العمل على تخصيص الموارد بطريقة فعالة.
- يتم قياس حجم الرتل المتقل الذي يعكس مستوى الحالة الحرجية وبناءً عليه يتم تخصيص الحيزات الزمنية المناسبة لضمان وصول المعلومات بالوقت المناسب.
- تحصل الحركة الحرجية على نسبة ٩٠٪ من الحيزات الزمنية وبالتالي يعكس ذلك قيمة متوسطة للتأخير تساوي ٥msec مقارنة بالحركة الدورية التي يصل تأخير إلى ٣,٥sec.

- إن استخدام آلية الجدولة AWRR حققت أداء أفضل من Round Robin من حيث تخصيص الموارد وبالتالي انعكس ذلك على انخفاض زمن التأخير عند حدوث الحالة الحرجة من أجل القيمة $9,80\text{msec}$ مقارنة بالقيمة $141,3\text{msec}$ من أجل Round Robin .
- تحقق آلية الجدولة AWRR استقراراً في قيم التأخير في مجال 10msec مع تزايد عدد شبكات WBAN بينما يزداد التأخير في حالة Round Robin مع تزايد عدد شبكات WBAN.

٦-المراجع:

- [1]B. Shunmugapriya, B. Paramasivan, S. Ananthakumaran, and J. Naskath, "Wireless body area networks: survey of recent research trends on energy efficient routing protocols and guidelines," Wireless Personal Communications, vol. 123, no. 3, pp. 2473–2504, **2022**.
- [2] Hasan, Khalid. "A Secure and Efficient Communication Framework for Software-Defined Wireless Body Area Network." Thesis, Griffith University, **2020**.
- [3] Zhuoling Xiao , *, Jie Zhou , Junjie Yan , Chen He , Lingge Jiang , Niki Trigoni "Performance evaluation of IEEE 802.15.4 with real time queueing analysis" Ad Hoc Networks 73 (2018) 80–94
- [4] Nguyen, Viet-Hoa. "Energy-efficient cooperative techniques for wireless body area sensor networks." Thesis, Rennes 1, **2016**
- [5] Iyengar, Navneet. "Providing QoS in Autonomous and Neighbor-aware multi-hop Wireless Body Area Networks." University of Cincinnati / OhioLINK, **2015**.
- [6] Viittala, H. (Harri). "Selected methods for WBAN communications:FM-UWB and SmartBAN PHY." Doctoral thesis, Oulun yliopisto, **2017**
- [7] Benmansour, Tariq. "Control and monitoring by wireless body area networks (WBANs)." Thesis, Bordeaux, **2020**.
- [8] Jamthe, Anagha. "Mitigating interference in Wireless Body Area Networks and harnessing big data for healthcare." University of Cincinnati / OhioLINK, **2015**.
- [9]Celik, Numan. "Wireless graphene-based electrocardiogram (ECG) sensor including multiple physiological measurement system." Thesis, Brunel University, **2017**