مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (5) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (5) 2014

# تصميم وتحقيق نظام تحديد موقع داخلي ضمن حرم جامعي ومكاملته مع نظام إدارة تعلم

**الدكتور حسن الأحمد***

**عبد القادر شمعون****

**(تاريخ الإيداع 19 / 6 / 2014. قُبِل للنشر في 20/ 10 / 2014)**

## □ ملخّص □

استخدمت نظم تحديد الموقع الداخلي أو (نظم تحديد الموقع في الأماكن المغلقة) ضمن المنشآت والمناجم لتحديد موقع المستخدم ومساعدته في الوصول إلى المكان المطلوب، كما مكنت أرباب العمل من مراقبة الأفراد و تتبع الآليات، وساعدت رجال الإطفاء و المسعفين في عمليات الإنقاذ ضمن هذه المنشآت.

يتناول هذا البحث تحليل وتصميم نظام تحديد موقع داخلي ضمن حرم جامعي و مكاملة هذا التصميم مع نظام إدارة تعلم مؤتمت لتقديم مزيد من الخدمات للطالب والمدرس والمشرف وتحقيق الفائدة القصوى منه،كحصر الحضور والغياب بشكل تلقائي و أيضاً تنبيه الطالب لقاعته الصحيحة بناءً على جدوله الدراسي عند تواجده بقاعة أخرى،كما يعرض هذا البحث الأدوات والتقنيات المستخدمة لتحديد الموقع الداخلي مع التركيز على الأدوات المنتقاة لتحقيق هذا النظام وأسباب اختيار هذه الأدوات، ومن ثم ينتقل البحث لتحقيق وتقيم النظام المصمم قبل تسليط الضوء على المقترحات والحلول لتقويم هذا النظام،في النهاية يصل هذا البحث من خلال الاستنتاجات والتوصيات لتعميم هذا التصميم.

**الكلمات المفتاحية:** نظام تحديد الموقع الداخلي، نظام إدارة التعلم، الشبكة اللاسلكية المحلية، شدة الإشارة المستقبّلة.

* مدرس – قسم هندسة الحاسب والتحكم الآلي – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية

** طالب دراسات عليا (ماجستير)– قسم هندسة الحاسب والتحكم الآلي – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (5) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (5) 2014

# Designing and Implementing an Indoor Positioning System (IPS) and Integrating it into Learning Management System (LMS)

**Dr. Hassan Alahmad***
**Abdul Kader Chamoun****

**(Received 19 / 6 / 2014. Accepted 20 / 10 / 2014)**

## □ ABSTRACT □

Indoor Positioning Systems are used within the establishments and mines. They determine the position of the user; help him/her reach the required location, monitor the individuals and track the machinery and the equipment within a given establishment. Furthermore, these systems have contributed to the search and rescue teams efforts, also firefighting and medical ones.

This paper analyzes and outlines the design of an Indoor Positioning System (IPS) for a particular campus. It also integrates this design with an automated Mobile Learning Management System to offer more services for the student, the teacher and the advisor, and achieve the best utilization of this design. The paper displays the tools and techniques required to determine the indoor positioning. It focuses on the instruments needed to implement this system and it states the reasons these tools are chosen. Then the article moves to evaluate this design and sheds light on the potential procedures and solutions to be considered. Finally, this paper reaches the conclusion by listing the recommendations for generalizing this design.

**Keywords:** Indoor Positioning System (IPS), Learning Management System (LMS), Wireless Local Area Network (WLAN), Received Signal Strength (RSS).

* **Assistant Professor, Department of Computer and Automatic Control Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
** **Postgraduate Student, Department of Computer and Automatic Control Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria,**

## مقدمة:

تعرّف نظم تحديد الموقع الداخلي(Indoor Positioning System (IPSبأنها عبارة عن شبكة من الأجهزة و المعدات اللاسلكية والبرمجيات المرتبطة بها والتي تستخدم لتحديد وتتبع الموقع الجغرافي الحالي أو اللحظي للعناصر أو الأشخاص داخل المباني[1].تختلف نظم تحديد الموقع الداخلي عن نظم تحديد الموقع العالمي Global Positioning System (GPS) بأن الأولى تعمل داخل المباني والمنشآت وتغطي مساحة صغيرة نسبياً [1]، بينما تعمل الأخيرة على تحديد الموقع الجغرافي على سطح الكرة الأرضية أو في البحر أو في السماء وتغطي مساحات جغرافية كبيرة جداً [2]، كما أن لكل منها أدوات وتقنيات خاصة.يُظهر الشكل(1) الموقع العام للأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري – فرع اللاذقية،باستخدام نظام تحديد الموقع العالمي وخرائط شركة جوجل Google، بينما يُبين الشكل(2)المواقع الداخلية ضمن الأكاديمية العربية حيث يستطيع نظام تحديد الموقع الداخلي كشف مكان تواجد المستخدم بشكل أكثر دقة، كتحديد تواجده بالطابق الثاني مثلاً.

**الشكل (1) نظام تحديد الموقع العالمي GPS**

**الشكل (2) نظام تحديد الموقع الداخلي IPS**

لقد أصبح وجود نظام إدارة التعلم Learning Management System (LMS) ضمن أي مؤسسة تعليمية ضرورة ملحة ومتطلب أساسي لتحقيق جودة التعلم. كما يعتبر هذا النظام معياراً مهماً ضمن المعايير الأساسية العالمية لتقيم أداء المؤسسة التعليمية وتصنيفها[3]. نظام إدارة التعلم هو نظام خدمات تعليمية مؤتمت مكون من تطبيقات برمجية، وغالباً ما تستخدم التقنيات المعتمدة على الشبكة العنقودية Web-based technologyلتنظيم وتحقيق وتقييم عملية تعليمية محددة، حيث يصمم نظام إدارة التعلم ليزود المحاضر بطريقة لإنشاء وإيصال المحتوى العلمي، إضافة لمراقبة وإرشاد وتقيم أداء الطالب [4].

أدى التطور الكبير الذي تشهده الأجهزة النقالة وتعدد وسائل اتصالها، إضافة لسهولة نفاذها إلى الموارد لظهور التعلم النقال Mobile Learning (M-Learning)،والذي هو عبارة عن تطوير لنظم إدارة التعلم، حيث زودت الأجهزة النقالة بتطبيقات خاصة تقدم واجهة تقوم بوصل هذه الأجهزة مع نظم إدارة التعلم مما يتيح منصات متنقلة لإدارة العملية التعليمية بشكل عملي وفعال ومن أي مكان [5].

## أهمية البحث وأهدافه:

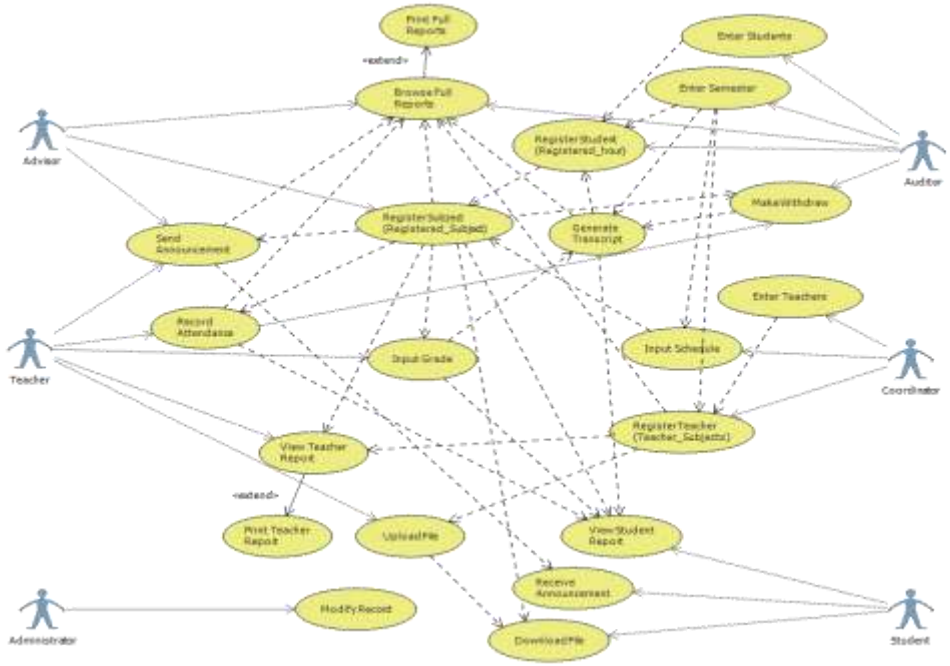
الهدف من تصميم نظام تحديد موقع داخلي هو تطوير نظام إدارة التعلم لتقديم مزيد من الخدمات للطالب والمدرس والمشرف. حيث يطلب من نظام تحديد الموقع الداخلي كشف موقع الطالب ضمن الحرم الجامعي بالاعتماد على البنية الأساسية المتاحة لنظام إدارة التعلم، وذلك بربط نظام تحديد الموقع الداخلي بنظام إدارة التعلم باستخدام الشبكة الداخلية للمؤسسةIntranet أو باستخدام الشبكة العنكبوتية العالمية Internet.

يتوجب على نظام تحديد الموقع الداخلي القيام بتحديد القاعات التي يتواجد بها الطلاب حالياً ضمن حرم الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري – فرع اللاذقية، مما سيمكّن نظام إدارة التعلم من تنبيه الطالب لقاعته الصحيحة الواجب تواجده فيها حسب الجدول الدراسي،مما سيفيد الطلبة المستجدين، وإرشاد الطالب لقاعة الامتحان، كما سيمكّن أيضاً من حصر الغياب تلقائياً دون تدخل المدرس، عوضاً عن ضياع الوقت بحصر الغياب من قبل المدرس وخاصة مع وجود الأعداد الكبيرة للطلبة،إضافة لإمكانية مراقبة سلوك الطالب أثناء وجوده الفعلي ضمن القاعات الدراسية،مما سيقدم إحصائيات عن عدد ساعات التعلم الفعلية وعدد ساعات التسرب الدراسي،والذي يخدم العملية التعليمية إدارياً وأكاديمياً، ويرفع مستوى جودة التعليم المقدم من الجامعة. كما يمكن استخدام هذا النظام في عمليات الإنقاذ من قبل رجال الإطفاء والمسعفين لمعرفة أماكن تواجد الطلبة عند حدوث حريق مثلاً.

## طرائق البحث ومواده:

سنقوم بتصميم نظام تحديد موقع داخلي ضمن الطابق الأول لمبنى الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري – فرع اللاذقية مع مراعاة تحقيق هذا التصميم ضمن الطوابق الأخرى.

تم الاعتماد في بحثنا على نظام إدارة تعلم مصمم ومحقق، يستخدم البنية التحتية للشبكة اللاسلكية المحلية (WLAN) ضمن الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والشكل (3) يبين مخطط حالة الاستخدام للنظام الموجود لإدارة عملية التعلم من عمليات تسجيل الطلاب، وإدارة السجلات والتقارير، وسجل النتائج Transcript، والجدول الدراسي، إضافة إلى حصر الغياب، ورفع النتائج والمحاضرات.




**الشكل (3) مخطط حالة الاستخدام لنظام إدارة التعلم المستخدم ضمن الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا**

لابد لنا عند تصميم وتحقيق أي نظام بشكل عام من مراعاة مجموعة من الخطوات الأساسية يحددها نوع هذا النظام والغرض الذي يتوقع أن يخدمه.تشترك جميع الأنظمة بمراحل تصميم موحدة مثل مرحلة جمع وتحليل البيانات– مرحلة التصميم – مرحلة التحقيق والاختبار من ثم الوضع بالاستخدام[6].ويمكن إسقاط هذه المراحل على عملية تصميم نظام تحديد موقع داخلي كما يلي:

**جمع وتحليل البيانات:**

سنقوم فيما يلي بعرض كافة البيانات اللازمة للإحاطة بهذا النظام وتحليله وتصميمه بالشكل الأفضل كما سنتطرق إلى البيانات والمعلومات والفرضيات التي سيتم على أساسها بناء هذا النظام.

**معلومات الموقع:**

تدل معلومات الموقع على الطريقة التي يعبّر بها عن موقع جغرافي، لذلك توجب دراسة معلومات الموقع اللازمة لعملية التحديد، ثم اختيار معلومات الموقع اللازمة حسب التطبيق المراد أو الغاية من عملية التحديد.تم تصنيف معلومات الموقع الرئيسية كما يلي:

- الموقع الفيزيائي الطبيعي Physical location: يمثل كإحداثيات، مثل تعريف نقطة بخريطة ثنائية البعد.
- الموقع الرمزيSymbolic location: يعبر عن الموقع باسمه اللغوي، مثل في المكتب وفي الدور الثالث.
- الموقع المطلق Absolute location: يستخدم شبكة مرجعية مشتركة لكل الأجسام ضمن حدود الموقع، مثل الخلية التاسعة.
- الموقع النسبي Relative location: ينسب الموقع لنقاط مرجعية أو قواعد معروفة،مثل البرج السادس.

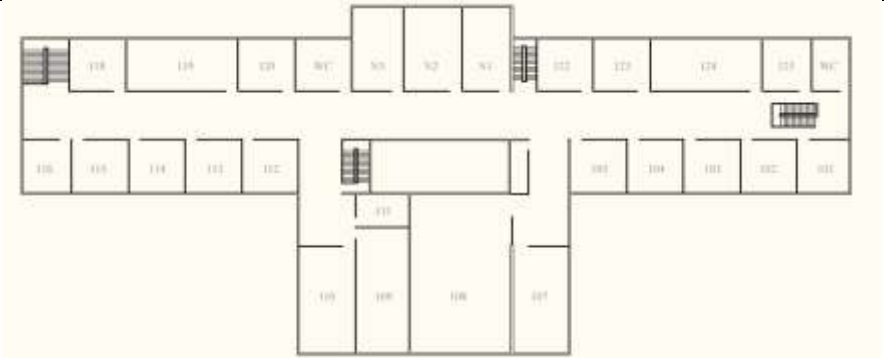
يجب أن تحدد عملية تحديد الموقع الداخلي، القاعة التي يتواجد بها الطالب، وبالتالي فإننا سنحتاج، بناءً على التصنيفات السابقة،إلى معلومات موقع رمزية تدل على جغرافية تواجد الطالب[7].

**خصائص المؤسسة الهدف:**

تتمتع كل منشأة بعدة خصائص تميزها عن المنشآت الأخرى، ويجب الأخذ بعين الاعتبار الخصائص الخاصة للمنشأة الهدف وذلك حسب النظام المراد تصميمه.ويمكن تلخيص معلومات المنشأة الهدف و اللازمة لتصميم النظام المفروض من خلال الجدول (1)، حيث يمثل العمود الأول الخصائص التي يجب مراعاتها، أما العمود الثاني فيظهر خصائص المنشأة الهدف (الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري – اللاذقية).

**الجدول (1) أهم الخصائص المعمارية للمنشأة الهدف**

| الخصائص العامة | خصائص المنشأة الهدف |
|---|---|
| طابع المنشأة | جامعة غير حكومية |
| عدد المباني المراد تغطيتها ضمن المنشأة | مبنى واحد |
| عدد الساحات المراد تغطيتها ضمن المنشأة | لا يوجد |
| المساحة الطابقية المراد تغطيتها | 2200 متر مربع |
| عدد الطوابق المراد تغطيتها | 4 طوابق |
| عدد القاعات المراد تغطيته | 25 قاعة في كل طابق |
| الكثافة البشرية | 25 طالب لكل قاعة |
| مخطط معماري لكل طابق ضمن المنشأة | موضح بالشكل (4) |



**الشكل (4) توزع القاعات ضمن الطابق الأول لمبنى الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا**

**الدقة المطلوبةAccuracy**

هي مدى قرب المسافة المقاسة باستخدام النظام المصمم للعنصر المراد تحديد موقعه، من الموقع الحقيقي للعنصر. يمكن تسميتها بسماحية الخطأ أو درجة المطابقة أو متوسط الخطأ في المسافة[8].

يعتبر تحديد الدقة المطلوبة التي يجب على النظام المصمم تقديمها مقياساً لمدى قدرة النظام على تحديد الموقع بشكل دقيق[7]،لذلك تعد الدقة من أهم معايير تقويم نظم تحديد الموقع.

والهدف الرئيس من تصميم نظام تحديد موقع داخلي هو بيان وتحديد قاعة الطالب،وبالتالي فإن الدقة المطلوبة هي متر واحد،لذلك فإن التقنية اللازم استخدامها في تحديد الموقع الداخلي يجب أن تضمن هذه الدقة.

**مكونات نظم تحديد الموقع الداخلي ومنهجها:**

يتألف أي نظام تحديد موقع داخلي من قسمين هما العتاد والبرمجيات، ويضم العتاد على الأقل مكونين منفصلين،هما مرسل الإشارة، ووحدة قياس الإشارة،التي غالباً ما تحوي البرمجيات اللازمة لهذا النظام[7]. ويتم تحديد نوع مرسل الإشارة و نوع وحدة القياس بناءً على البنية التحتية للنظام.

**البنية التحتية للنظام:**

يستعرض الجدول (2)بعض التقنيات المستخدمة لتحديد الموقع الداخلي،مع مبدأ أو طريقة القياس المستخدمة،ومساحة التغطية، والدقة،إضافة إلى التطبيق النموذجي لكل تقنية [8].

**الجدول (2) بعض تقنيات نظم تحديد الموقع الداخلي[8]**

| Technology | Typical Accuracy | Typical Coverage | Typical Measuring Principle | Typical Application |
|---|---|---|---|---|
| Cameras | 0.1mm – dm | 1 – 10 m | Angle measuring from images | Metrology Robotnavigation |
| Infrared | cm – m | 1 – 5 m | Thermal imaging Active beacons | Peopledetection Tracking |
| Tactile & Polar Systems | µm – mm | 3 – 2000 m | Mechanical Interferometry | Automotive Metrology |
| Sound | cm | 2 – 10 m | Distances from time of arrival | Hospitals, Tracking |
| WLAN / WiFi | m | 20 – 50 m | Fingerprinting | Pedestrian navigation LBS |
| RFID | dm – m | 1 – 50 m | Proximity detection Fingerprinting | Pedestrian navigation |
| Ultra – Wideband | cm – m | 1 – 50 m | Body reflection Time of arrival | Robotics Automation |
| High Sensitive GNSS | 10 m | Global | Parallel correlation Assistant GPS | Location based services |
| Infrastructure Systems | cm – m | Building | Fingerprinting Capacitance | Ambient assisted living |

من الجدول السابق نجد أن هناك عدة تقنيات لتصميم النظام مثلWLAN/WiFi, Infrared, RFID. تم اختيارWLAN/WiFi كتقنية مستهدفة في التصميم، وذلك لأن أحد أهداف هذا التصميم هو مكاملة نظام تحديد الموقع الداخلي مع نظام إدارة التعلم الذي يعتمد أساساً على البنية التحتية للشبكة اللاسلكية WLAN.

**خوارزميات تحديد الموقع:**

يمكن تصنيفبعض الخوارزميات المتبعة ضمن نظم تحديد الموقع الداخلي ذات البنية التحتية المعتمدة على الترددات الراديوية Radio Frequencyكما يلي:

- التثليث الزاوي Triangulation: تقدر هذه الخوارزمية موقع العنصر بحسابها زوايا منسوبة لنقاط مرجعية متعددة حيث يكون العنصر رأس ثابت في مثلث، غالباً ما تُستخدم طريقة زاوية الوصول Angle of Arrival(AOA)لعملية القياس،حيث يمكن العثور على العنصر الهدف بواسطة تقاطع عدة أزواج من خطوط اتجاه

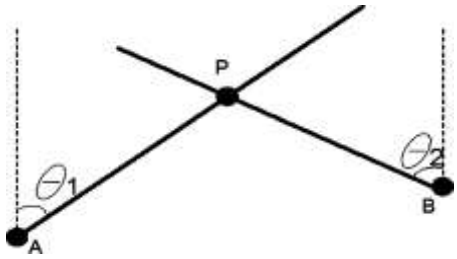
الزوايا كما هو مبين بالشكل (5)، لذا يجب استخدام نقطتين مرجعيتين وزاويتين على الأقل وذلك في المستوي ثنائي البعد. تحتاج هذه الطريقة إلى عتاد كبير ومعقد.

- التثليث المساحي Trilateration: تقدر الخوارزمية موقع العنصر بحسابها المسافة الفاصلة عن عدة نقاط مرجعية، وتحسب المسافة الفاصلة باستخدام طريقة زمن الوصول Time of Arrival (TOA)وهو الوقت الذي تستغرقه الإشارة للانتقال من الجهاز النقال الهدف إلى وحدة القياس، حيث تتناسب المسافة طردياً مع زمن الانتشار.يشترط تزامن كل الأجهزة المتصلة بهذا النظام (مرسلة أو مستقبلة)، كما أننا نحتاج إلى ثلاث نقاط مرجعية في المستوي الثنائي كما هو مبين بالشكل (6).
- تحليل المشهدScene Analysisأو بصمة المشهدFingerprinting:تستخدم هذه الخوارزمية طريقة شدة الإشارة المُستقبَلة(RSS) Received Signal Strength، وتعمل بمرحلتين:

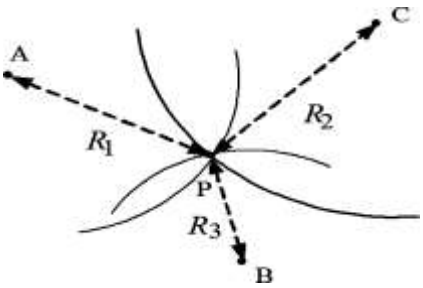
Off–Line: تجميع معرفات نقاط الولوج وخصائصها ضمن أرجاء المنشأة (رسم البصمة Fingerprints).

On–Line: تحدد موقع العنصر بالمقارنة مع البصمة المرسومة[7].

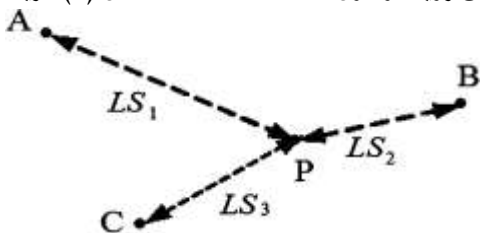
تتلخص الفكرة الرئيسية لتقنيةRSSبإنشاء علاقة بين قوة الإشارة الواردة من عدة عقد مرجعية وبين الموقع الحالي للجهاز النقال. تحتاج هذه الطريقة لإنشاء خريطة راديوية لمنطقة التغطية، حيث تجمع هذه الخريطة أشعة شدة الإشارة لكل نقطة مرجعية، موضحة بالشكل (7)، وتخزن في موقع مركزي. تحسب شدة الإشارة المستقبلة من المعادلة التالية: $RSS = P_t - PL(d_0) - 10\alpha log_{10}\frac{d}{d_0} + X_{\sigma RSS}$ تقاس قيمة RSS بالـ(dBm)، أما $d$ فهي المسافة الحقيقية بين المرسل والمستقبل، $\alpha$ ضياعات المسار، $P_t$ الطاقة الصادرة عن المرسل (dBm)، $PL(d_0)$ خسارة الطاقة في نقطة مرجعية $d_0$(dBm)، $X_{\sigma RSS}$ متغير عشوائي يمثل الضجيج في النقطة المدروسة (dBm)[9].




**الشكل (5) طريقة القياس زاوية الوصول**



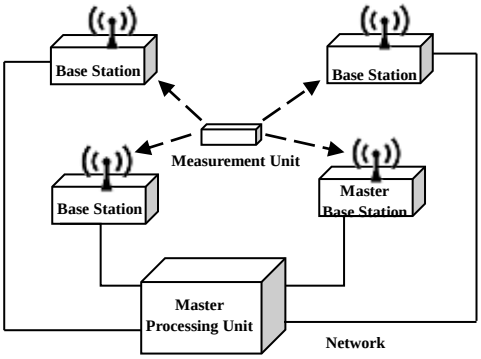

**الشكل (6) طريقة القياس زمن الوصول**




**الشكل (7) طريقة القياس شدة الإشارة المستقبلة**

**المكونات المادية (العتـاد):**

يتألف العتاد من مكونين منفصلين على الأقل،الأول هو مرسل الإشارة،أما الثاني فهو مستقبل الإشارة أو وحدة قياس الإشارة، ويمكن إضافة مكون ثالث هو المُخدّم الذي يقوم بعملية حساب الموقع بعد تلقي القياسات من وحدة قياس الإشارة. يوضح الشكل (8) المكونات المادية لنظام تحديد الموقع الداخلي [10].




**الشكل (8) المكونات المادية لنظام تحديد الموقع الداخلي**

بما أن البنية التحتية اللاسلكية هي البنية المعتمدة على المعيار WLAN فإن مرسل الإشارة الثابت هو نقاط الولوج الموزعة في أرجاء المنشأة مع مراعاة مايلي:

- زيادة وإعادة توزيع نقاط الولوج لتغطي كامل الطابق الأول لضمان تباين الإشارة الواصلة لكل قاعة.
- نشر نقاط ولوج خاصة لكل طابق لتبيان طابق الموقع الحالي.
- إعطاء مُعرّف نقطة الولوج أو (مُعرّف مجموعة خدمة)(Service Set Identifier (SSID خاص وفريد لكل نقطة ولوج، وذلك لتميزها.
- عدم تغيير مواقع أو أنواع أو معرف نقاط الولوج الموزعة بعد رسم الخريطة الراديوية النهائية، لأن أي تغيير يوجب إعادة رسم الخريطة الراديوية.

أما بالنسبة لوحدة القياس المتنقلة والتي يجب أن تحوي التقنية اللاسلكية WiFi فيمكن الاعتماد على الأجهزة المحمولة التي يملكها الطلاب (الحاسب المحمول – الهاتف النقال – الحاسب اللوحي ). وكأحد نتائج الاستبيان الخاص بالتعلم النقال والموجه لطلاب هندسة الحاسب في الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري – فرع اللاذقية،والذي تم خلال الفصل الدراسي الأول 2014/2013،فإن جميع طلاب هندسة الحاسب في الأكاديمية يملك واحد على الأقل من الأجهزة المحمولة ذات التقنية اللاسلكية. ونظراً لاختلاف حساسية لواقط الإشارة اللاسلكية باختلاف أنواعها، فسيتم تحقيق واختبار هذا النظام باستخدام عدة أجهزة، مثل الهاتف النقال Sony Xperia V والهاتف النقال Samsung Galaxy Pocket والحاسب اللوحي Onda Tab V701 جميع هذه الأجهزة مزودة بلاقط إشارة لاسلكية Wi-Fi 802.11 a/b/g/n وتعمل بنظام التشغيل أندرويد Android.

**المكونات البرمجية:**

إن التطور الكبير الذي تشهده الأجهزة النقالة، والزيادة المضطردة في سرعة معالجاتها، وتمكنها من القيام بالمهام المتعددة بسرعة وكفاءة، ولتخفيف الحمل على الشبكة اللاسلكية بسبب العدد الكثيف المتوقع للطلاب في ساعات الذروة،كل هذه العوامل تفضي بنا إلى جعل الجهاز النقال يعمل كمستقبل إشارة، وجهاز قياس لشدة الإشارة المستقبلة، إضافة لإسناد عملية حساب الموقع إليه.وعلى اعتبار أن خوارزمية تحليل المشهد هي الخوارزمية المختارة لتصميم نظام تحديد الموقع لذا يجب:

أولاً: تزويد الجهاز النقال بتطبيق لإنشاء الخريطة الراديوية أو البصمة الخاصة للمنشأة، بحيث يعمل على إظهار القيم المختلفة لشدة الإشارة المستقبلة RSS بكل قاعة لكل معرف نقطة ولوج. يُستخدم هذا التطبيق في المرحلة

الأولى، بإجراء مسح شامل لكامل المنشأة وإنشاء خريطة شدة الإشارة المستقبلة لجميع نقاط الولوج المنتشرة،ومن ثم تخزين القيم المقاسة ضمن قاعدة بيانات خاصة بنظام تحديد الموقع المصمم.

ثانياً: تزويد الهاتف النقال بتطبيق ثاني يعمل على قياس شدة الإشارة المستقبلة لجميع معرفات نقاط الولوج الملتقطة، ومن ثم حساب موقع الطالب بمقارنة معرفات نقاط الولوج و قيم شدة الإشارة المستقبلة RSSالمقاسة مع معرفات نقاط الولوج و قيم شدة الإشارة المستقبلةRSSالمخزنة مسبقاً ضمن قاعدة بيانات الخريطة الراديوية.ويحدد هذا التطبيق رقم القاعة التي يتواجد بها الطالب و يرسله إلى نظام إدارة التعلم.

ثالثاً: مكاملة نظام تحديد الموقع الداخلي مع نظام إدارة التعلم، لذلك فإن أحد العناصر الواجب توافرها هي قواعد البيانات الخاصة بنظام إدارة التعلم. حيث سنقوم بربط نظام تحديد الموقع الداخلي مع قواعد البيانات الخاصة بنظام التعلم، ويتم تحديث قاعدة البيانات إما عند تغير الموقع أي انتقال الطالب من قاعة إلى أخرى، أو تحدّث البيانات في أوقات معينة كوقت بداية المحاضرات مثلاً.

**عدد العينـات:**

هو عدد عمليات المسح الجارية لجلب البيانات Data Collection قبل عملية تحديد الموقع [11]. يجب مراعاة عدد العينات الملتقطة وذلك لسببين: أولهما ضمان دقة تحديد الموقع،أما السبب الثاني تخفيف العبء أو الحمل على الأجهزة النقالة. أي يجب اختيار هذا العدد بشكل يحافظ على الدقة المنشودة، مع مراعاة المحافظة على أداء الجهاز النقال. وقدتم تحديد عدد العينات الملتقطة بالتجريب مع مراعاة ما سبق.

**الكلفـة المقدرة أو الميزانيـة المرصودة:**

إن من أصعب التحديات التي تواجه المصمم هي تصميم نظام يحقق الغاية المنشودة ضمن الميزانية المرصودة [6].ومن أجل هذا الغرض تمت دراسة مكونات النظام المادية والبرمجية اللازمة،مع دراسة البنية التحتية، والتجهيزات المتاحة أو المتوفرة ضمن المنشأة،والتي تساعد على تحقيق هذا النظام بأقل كلفة ممكنة.

**المؤثرات الخـارجيـة:**

يمكن لتغير المناخ والفروق الحرارية المتباينة،أو التأثيرات المغناطيسية الأخرى مثل الحقول المغناطيسية الكهربائية،إضافة لتغير نوع اللاقط اللاسلكي المستخدم،إعطاء نتائج متباينة أثناء عملية القياس حيث تتأثر الإشارة الراديوية،مثل الانحراف Diffractionأو الانعكاس Reflection أو التشتت Scattering ،بشكل كبير مع هذه التغيرات[7].ولا بد من أخذ هذه العوامل بعين الاعتبار.

بالاختبار والمسح المتكرر،لم يلحظ تغير كبير بالقياسات المأخوذة خلال فترات متباينة سوى عند أطراف الشبكة اللاسلكية ذات الإشارة الضعيفة،لذلكلم يتم إشراك أطراف الشبكة في عملية اكتشاف الموقع.

## النتائج والمناقشة:

**تصميم النظام:**

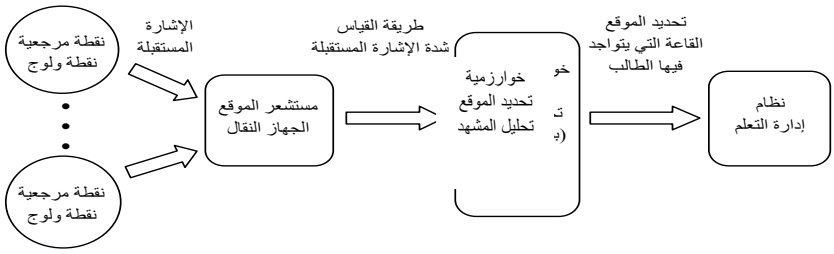
تم تصميم النظام بناء على عملية التحليل السابقة.ويوضح الجدول (3) تصميم نظام تحديد موقع داخلي بناءً على متطلبات النظام التي تم تحديدها مسبقاً.

**الجدول (3) متطلبات تصميم نظام تحديد الموقع الداخلي المفروض**

| متطلبات النظام | | المتطلب المُختار |
|---|---|---|
| الغاية من النظام | | تحديد موقع داخلي ضمن حرم جامعي وربطه مع نظام إدارة التعلم |
| معلومات الموقع | | رمزية تدل على رقم القاعة |
| نوع التطبيق | | تحديد موقع الطالب ضمن قاعة دراسية |
| حجم منطقة الخدمة وعدد المواقع | | مبنى الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا فرع اللاذقية موضحة بالجدول(1) |
| عدد الطوابق | | طابق واحد (ومن ثم تعميم هذا التصميم على باقي الطوابق) |
| عدد القطاعات | | ست قطاعات لكل طابق |
| عدد المواقع الواجب تحديدها لرسم الخريطة الراديوية | | هوعدد القاعات ضمن الطابق، 25قاعة ضمن الطابق المدروس |
| الدقة المطلوبة | | 1 متر |
| اعتمادية النظام | | استخدام البنية التحتية الموجودة والمخصصة لنظام إدارة التعلم |
| البنية التحتية المستخدمة | | WLAN |
| الخوارزمية المتبعة | | خوارزمية تحليل المشهد |
| تقنية القياس المستخدمة | | قياس شدة الإشارة المستقبلة RSS |
| تباعد شبكة التغطية | | ترسم الشبكة على أساس القاعات الدراسية |
| آلية القياس والحساب | | تستقبل وحدة القياس النقالة الإشارة من عدة أجهزة إرسال متموضعة في مناطق ثابتة ومعروفة، وتحسب وحدة القياس النقالة موقعها بناءً على قياس الإشارات المستقبلة.(ضمن الجهاز النقال للطالب) |
| العتاد | مرسل الإشارة | نقاط الولوج الخاصة بشبكة نظام التعلم(TP-Link TL-WR940N) |
| | عدد نقاط الولوج | ثلاث نقاط ولوج ضمن كل قطاع |
| | مستقبل الإشارة | محول الشبكة اللاسلكية المضمّن في الجهاز النقال( Sony Xperia V) |
| | أداة القياس | الجهاز النقال (Sony Xperia V والمزود بنظام تشغيل Android) |
| | المخدم | المخدم الخاص بنظام إدارة التعلم (Apache) |
| البرمجيات | قواعد البيانات | قواعد البيانات الخاصة بنظام إدارة التعلم (MySQL) |
| | التطبيقات البرمجية للجهاز النقال | - التطبيق اللازم لمسح المشهد وإنشاء الخريطة الراديوية (المرحلة الأولى)<br>- التطبيق الخاص بقياس وحساب موقع الهدف (المرحلة الثانية) |

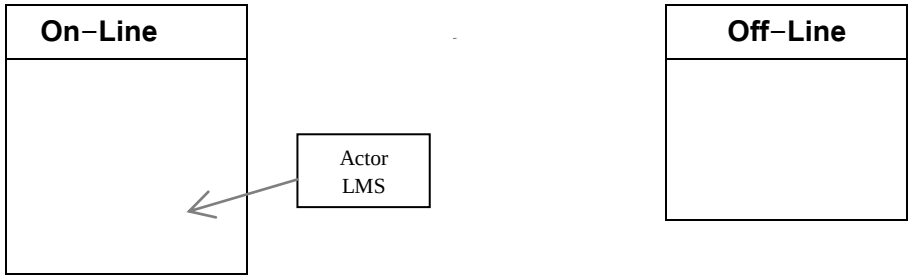
| | |
|---|---|
| عدد المستخدمين | هو عدد طلاب قسم هندسة الحاسب ضمن الأكاديمية /150/ طالب |
| معدل عدد العينات المأخوذة لتحديد كل موقع | عينة واحدة كل عشرة ثوان |
| المؤثرات الخارجية | إهمال المواقع ذات الإشارة الضعيفة وعدم إشراكها في عملية اكتشاف الموقع لضمان عدم التأثر بالمؤثرات الخارجية. |

يوضح الشكل (9) مخطط تتالي المراحل لنظام تحديد الموقع الداخلي المصمم، حيث تعمل كل نقطة من نقاط الولوج على نشر الإشارة الخاصة بها، يقوم مستقبل الإشارة بقياس شدة الإشارة المستقبلة لجميع معرفات نقاط الولوج الملتقطة، تعيد خوارزمية تحليل المشهد موقع المستخدم عند تطابق القياسات الحالية مع قياسات مخزنة لنفس معرفات نقاط الولوج، ومن ثم يتم إرسال الموقع المحدد إلى نظام إدارة التعلم للاستفادة منه.




**الشكل (9) المخطط الصندوقي لنظام تحديد الموقع الداخلي المصمم**

يبين الشكل (10) مخطط حالة الإستخدام للنظام المصمم لكلا الطورين On–Line, Off–Lineبناءً على الخوارزمية المتبعة خوارزمية تحليل المشهد.و يبين الشكل (11) مخطط الأصناف للنظام المصمم. أما الشكل (12) فيوضح مخطط التتابع للنظام المصمم.



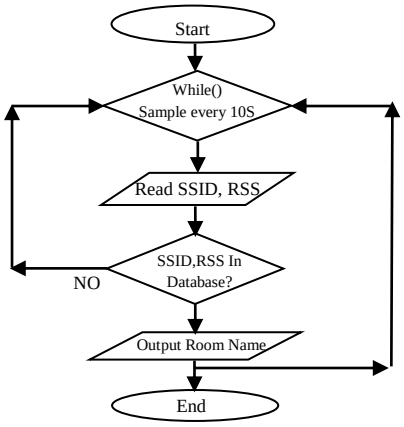

**الشكل (10) مخطط حالة الاستخدام لنظام تحديد الموقع الداخلي المصمم**

**الشكل (11) مخطط الأصناف لنظام تحديد الموقع الداخلي المصمم**

**الشكل (12) مخطط التتابع للنظام المصمم**

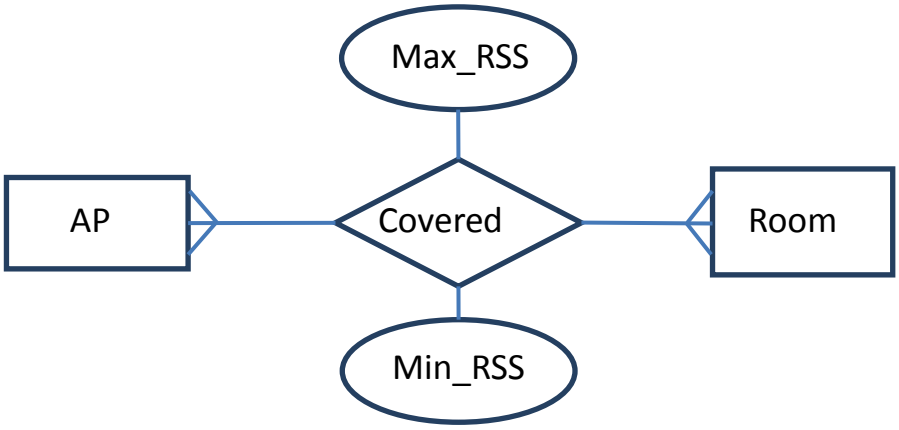
يبين الشكل (13) مخطط الحالة للنظام المصمم على اعتبار أن عدد عينات النظام المصمم هو عينة واحدة كل عشر ثواني.ويبين الشكل (14) مخطط التدفق للتطبيق الثاني الذي زودت بها لأجهزة النقالة، لقياس وحساب شدة الإشارة المستقبلة.

الشكل (15) يوضح العلاقةCoveredوخصائصها والتي تربط الكينونة قاعة Room مع الكينونة معرف نقطة الولوج AP، وتمثل قاعدة البيانات الخاصة بنظام تحديد الموقع ، وتحوي بيانات الخريطة الراديوية.




**الشكل (13) مخطط الحالة لنظام تحديد الموقع الداخلي المصمم**

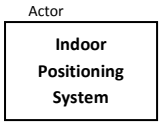
**الشكل (14) مخطط تدفق التطبيق الثاني لنظام تحديد الموقع الداخلي المصمم**



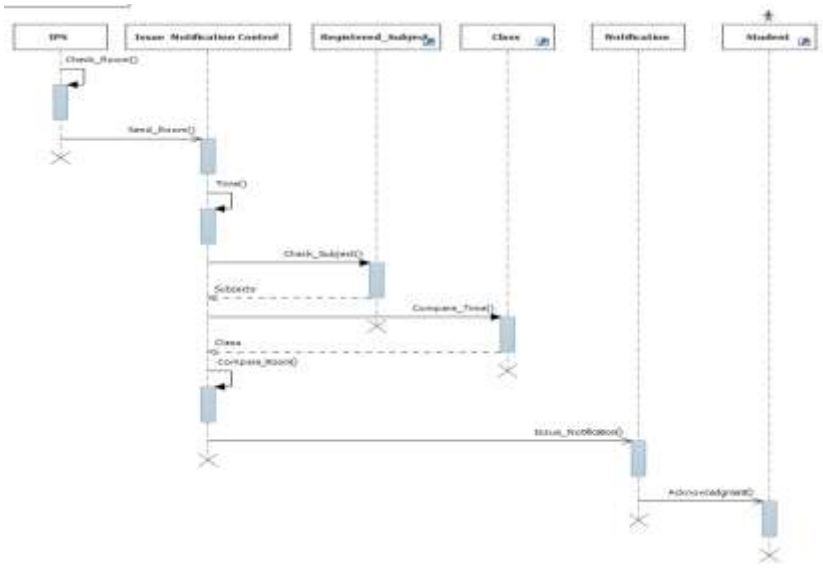

**الشكل (15) الكينونة قاعة Room وعلاقتها بالكينونة معرف نقطة الولوج AP**

**مكاملة النظام:**

يوضح الشكل (16) مخطط حالة الاستخدام بعد مكاملة النظامين، أما الشكل (17) فيوضح مخطط التتابع لعملية تنبيه الطالب للقاعة الصحيحة وذلك بالاستفادة من نتيجة النظام المصمم ضمن نظام إدارة التعلم.




**الشكل (16) مخطط حالة الاستخدام للنظامين المكاملين**



**الشكل (17) مخطط التتابع لعملية تنبيه الطالب للقاعة الصحيحة**

**تحقيق النظام:**

تم تحقيق النظام المصمم ضمن مبنى الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري – فرع اللاذقية،بالاعتماد على البنية التحتية المتاحة حيث تم تعميم التصميم السابق على جميع طوابق الأكاديمية، بإجراء إعادة توزيع لنقاط الولوج بحيث تغطي كافة أرجاء المنشأة، وتحقق عملية كشف الموقع. تم ربط هذا النظام مع نظام إدارة التعلم لتحقيق الفائدة من هذا التصميم، حيث استطاع نظام تحديد الموقع المصمم بتحديد قاعة الطالب التي يتواجد بها، مما مكن نظام إدارة التعلم من حصر غياب الطلاب،وتنبيه الطالب للقاعة الصحيحة التي يجب أن يتواجد بها بناءً على جدوله الدراسي. ويمكن تبيان مراحل تحقيق النظام كما يلي:

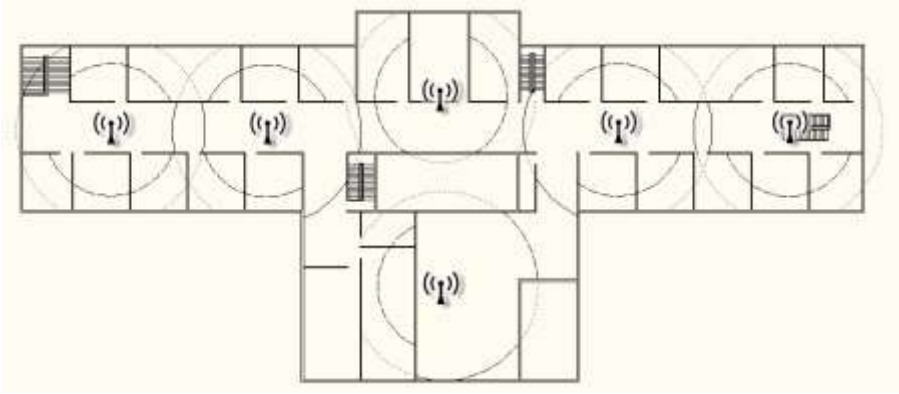
**المرحلة الأولىOff–Line(الخريطة الراديوية):**

إن نقاط الولوج المستخدمة ضمن البنية التحتية للمنشأة هي من نوع واحد TP–Link (TL–WR940N). تم قياس جودة الإشارة المستقبلة لنقطة الولوج المفترضة بالتجريب وبالابتعاد عن نقطة الولوج تدريجياً وباستخدام الهاتف النقال المفترض والمزود بخدمة إظهار جودة الإشارة وبينت بالجدول(4)

**الجدول (4) شدة الإشارة المستقبلة لنقطة الولوج المفروضة**

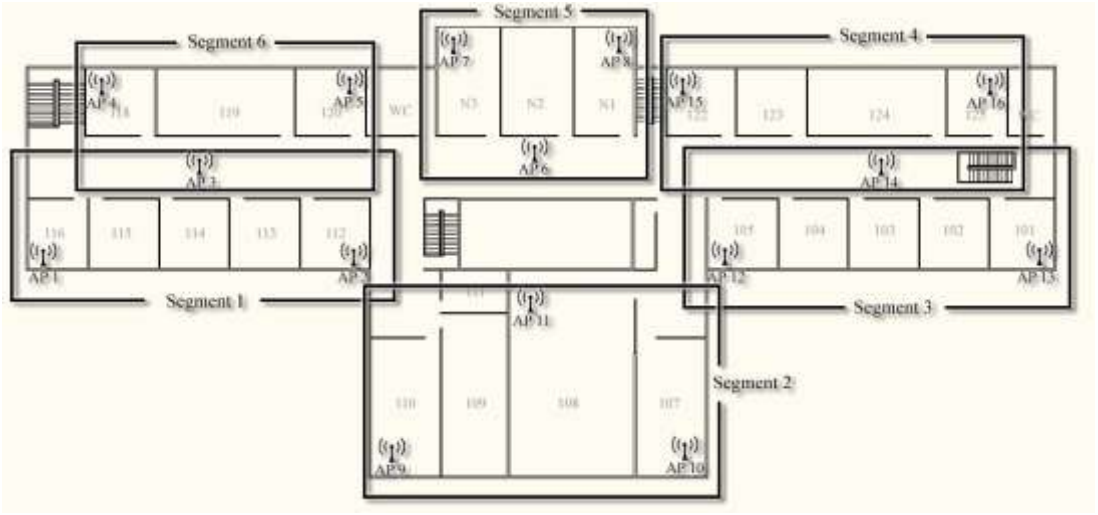
| جودة الإشارة | بدون حاجز | حائط وحيد |
|---|---|---|
| Excellent | 10 متر | 7 متر |
| Good | 20 متر | 13 متر |
| Fair | 30 متر | 19 متر |

تم الاعتماد على هذا الجدول لرسم مخطط مبدأي مبين بالشكل (18) يوضح توزع نقاط الولوج وشدة إشارة نقاط الولوج الخاصة بنظام إدارة التعلم وذلك قبل إعادة توزيع نقاط الولوج.



**الشكل (18) شدة إشارة نقاط الولوج الخاصة بنظام إدارة التعلم قبل التعديل**

تم إعادة توزيع وزيادة نقاط الولوج الخاصة بنظام إدارة التعلم ضمن الطابق الأول،كما في الشكل(19)، لتخدم نظام تحديد الموقع الداخلي إضافة لنظام إدارة التعلم.حيث تم تقسيم الطابق الواحد إلى ستة قطاعات مستطيلة وتم توزيع ثلاث نقاط ولوج تشكل مثلث ضمن كل قطاع. إن تحديد الموقع الهدف باستخدام تقنية شدة الإشارة المستقبلة، يلزم ثلاث نقاط معروفة كما هو مبين مسبقاً بالشكل (8)، وعليه تم اختيار هذا التوزيع لنقاط الولوج.




**الشكل (19) توزع القطاعات و نقاط الولوج الخاصة بنظام إدارة التعلم بعد التعديل**

تم تحقيق التطبيق البرمجي الأول الذي يظهر جميع نقاط الولوج الملتقطة وشدة الإشارة المستقبلة لنقاط الولوج هذه، وتم تثبيته على الهاتف النقال المقترح، حيث يبين الشكل (20) كيف يُظهر التطبيق الأول المعلومات الخاصة بنقاط الولوج الملتقطة عند إجراء المسح في موقع معين.

ومن ثم تم إجراء مسح لمُعرّفات نقاط الولوج وقياس تدرجات شدة الإشارة المستقبلة لكل مُعرف على حدة بالتنقل من نقطة إلى أخرى ضمن حدود كل قاعة من قاعات الطابق الأول، وذلك لإنشاء خريطة شدة إشارة نقاط الولوج بعد إعادة التوزيع.

تم تخزين مجال شدة الإشارة المستقبلة لكل معرف نقطة ولوج في كل قاعة من قاعات الطابق الأول ضمن قاعدة بيانات خاصة، حيث تمثل قاعدة البيانات هذه الخريطة الراديوية اللازمة لعملية تحديد الموقع موضحة بالجدول (5) (كمثال تم إيراد القياسات الخاصة بقاعات القطاع 1 باستخدام الهاتف النقال Sony V).

**الجدول (5) جزء من قاعدة بيانات الخريطة الراديوية لنظام تحديد الموقع يبين معلومات القطاع 1**

| رقم القاعة | معرف نقطة الولوج | أصغر قيمة RSS(dBm) | أكبر قيمة RSS(dBm) |
|---|---|---|---|
| 116 | AP1 | −42 | −26 |
| 116 | AP2 | −85 | −79 |
| 116 | AP3 | −70 | −55 |
| 115 | AP1 | −59 | −42 |
| 115 | AP2 | −80 | −71 |
| 115 | AP3 | −63 | −51 |
| 114 | AP1 | −72 | −61 |
| 114 | AP2 | −74 | −62 |
| 114 | AP3 | −57 | −44 |
| 113 | AP1 | −80 | −71 |
| 113 | AP2 | −57 | −45 |
| 113 | AP3 | −60 | −44 |
| 112 | AP1 | −85 | −80 |
| 112 | AP2 | −43 | −26 |
| 112 | AP3 | −70 | −56 |

**المرحلة الثانية On−Line(تحديد الموقع):**

استخدم الهاتف النقال المفترض والذي يمثل أداة القياس، وأداة حساب وتحديد الموقع،في عملية تحديد الموقع،حيث تم تصميم وبرمجة التطبيق الثاني ومن ثم زود الهاتف النقال بهذا التطبيق المخصص لعملية تحديد الموقع، والذي يحوي قاعدة البيانات الخاصة بالخريطة الراديوية للمنشأة. قام هذا التطبيق باكتشاف مُعرّفات نقاط الولوج المتاحة في الموقع وقياس شدة الإشارة المستقبلة لكل مُعرّف نقطة ولوج ومن ثم مقارنة مُعرّفات نقاط الولوج المكتشفة مع مُعرّفات نقاط الولوج المخزنة ضمن قاعدة البيانات الخريطة الراديوية السابقة تم إيجاد رقم القاعة عند كون قياس شدة الإشارة المستقبلة لمُعرّفات نقاط الولوج المكتشفة ضمن مجالات شدة الإشارة المستقبلة لنفس مُعرّفات الولوج المخزنة. يبين الشكل (14) مخطط التدفق للتطبيق الثاني، كما يجدر الإشارة أن التطبيق لا يعيد رقم القاعة سوى عند اكتشاف المُعرّفات الثلاث لنقاط الولوج الخاصة بهذه القاعة.

ولشرح طريقة عمل التطبيق الثاني نفرض أن التطبيق قام باكتشاف معرفات نقاط الولوج معينة وكانت شدة الإشارة المستقبلة لهذه المعرفات مبينة بالجدول (6)

**الجدول (6) معرفات نقاط الولوج الملتقطة وشدة الإشارة المستقبلة لهذه المعرفات**

| SSID | AP1 | AP2 | AP3 | AP4 | AP5 | AP6 | AP9 | AP11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RSS | −79 | −56 | −51 | −73 | −70 | −82 | −74 | −87 |

سيقوم التطبيق بتوليد استعلام لجلب كل أرقام القاعات التي لها نفس معرف نقطة الولوج وشدة الإشارة المستقبلة لهذا المعرف ضمن المجال المحدد في قاعدة بيانات الخريطة الراديوية، التي أنشأت في المرحلة السابقة والموضحة بالجدول (5). وتكون نتيجة الاستعلام المصفوفة التالية :{108, 118, 120, 113, 113, 113}، بعدها سيعمل التطبيق على عد عدد تكرارات ورود أرقام القاعات ضمن مصفوفة نتيجة الاستعلام، وسيعيد رقم القاعة التي تكرر وجودها ضمن المصفوفة ثلاثة مرات،وفي مثالنا القاعة المعادة هي القاعة (113)،وذلك على اعتبار أن القاعة معرفة بثلاث نقاط ولوج كما افترضنا سابقاً. يمكن زيادة دقة التحديد بزيادة عدد نقاط الولوج التي تعرف رقم القاعة. إن معرف نقاط الولوج (AP6, AP11)لم تعد رقم قاعة مع نتيجة الاستعلام لأن قيمة شدة الإشارة المستقبلة لهذين المعرفين ليست ضمن أي مجال شدة الإشارة المستقبلة لنفس المعرف ينفي قواعد بيانات الخريطة الراديوية.

**المرحلة الثالثة (مكاملة النظام):**

تمت مكاملة نظام تحديد الموقع مع نظام إدارة التعلم ضمنياً ضمن عملية التصميم، اعتماداً على البنية التحتية اللاسلكية باستخدام تقنية الويب web،وباستخدام تقنيات المسارات المتعددة Multi Threadingتم دمج التطبيق الثاني مع التطبيق النقال الخاص بنظام إدارة التعلم المفترض وتم تثبيته على الهاتف النقال المفترض، حيث أرسل التطبيق المدمج رقم القاعة التي يتواجد بها الطالب بعد اكتشافها، إضافة لمعرف الطالب، عبر الشبكة اللاسلكية المحلية، إلى مخدم إدارة التعلم وبأوقات دورية محددة مسبقاً (بداية المحاضرات) كطلب ويبWeb Request، وكانت نتيجة هذا الطلب هي استعلام بإدراج رقم قاعة الطالب ضمن قاعدة بيانات نظام إدارة التعلم في الجدول (موقع Location)، وبالتالي تسجيل حضور الطالب عند تواجده بالقاعة الصحيحة الواجب تواجده بها حسب الجدول الدراسي، أو تنبيه الطالب لقاعته الصحيحة عند تواجده بقاعة أخرى، وذلك بإرسال رقم القاعة الصحيحة إلى الهاتف النقال كجواب لطلب الويب السابق، وعرضه كتنبيه ضمن التطبيق المدمج المذكور كما هو مبين بالشكل (21). تم اختيار تقنية الويب web لتبادل البيانات بين نظام تحديد الموقع ونظام إدارة التعلم، نتيجة اعتماد الأخير على هذه التقنية، والتي تعمل على دعم عدة مستخدمين بآن واحد دون الحاجة لحلول إضافية.

**الشكل (20) التطبيق الأول يعرض المعلومات الخاصة بنقاط الولوج الملتقطة عند إجراء المسح في موقع معين**

**الشكل (21) التطبيق المدمج الذي يعرض خدمات نظام إدارة التعلم إضافة لتحديد موقع الطالب ضمن الأكاديمية**

**اختبار و تقييم النظام:**

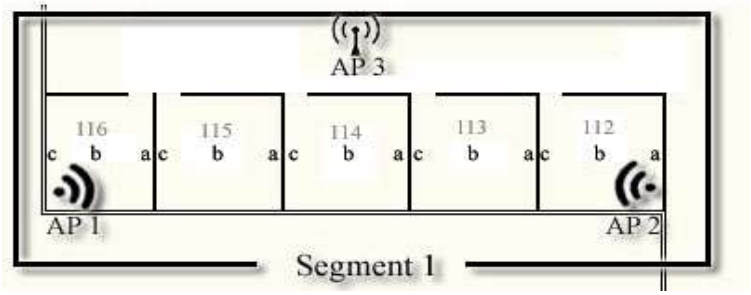
إن عملية تحقيق النظام كشفت بالفعل نقاط القوة ونقاط الخلل بهذا النظام، وساعدت على تقييم النظام وتقويمه بالشكل المناسب.و فيما يلي أبرز معايير تقييم نظم تحديد موقع داخلي [7]:الدقةAccuracy، الإحكام Precision، التعقيد وقابلية التطبيقComplexity، التدرجية Scalability، الكلفة Cost.

وقد تم تقييم النظام المصمم بناءً على المعايير السابقة كما يلي:

- **الدقة والإحكام:** تم اختبار النظام بإنشاء الخريطة الراديوية وتحديد القاعات باستخدام عدة أجهزة (Sony Xperia V, Samsung Galaxy Pocket, Onda Tab 7) وكانت عملية تحديد اسم القاعة الموجود بها الطالب صحيحة ودقيقة عند استخدام نفس الجهاز في كِلا المرحلتين مرحلة إنشاء الخريطة الراديوية ومرحلة تحديد القاعة. أدى استخدام جهاز مختلف في عملية تحديد الموقع عن عملية أخذ بصمة المنشأة إلى اختلاف دقة التحديد، وأخفق حينها النظام بتحديد قاعة الطالب عند وجوده في مناطق أطراف القاعات المتلاصقة، ويعود هذا لاختلاف جودة لاقط الإشارة اللاسلكية في الأجهزة المختلفة. يبين الجدول (7) نتيجة تحديد القاعة في القطاع 1 التي قام بها النظام عند تواجد المستخدم ضمن القاعات المختلفة وباستخدام الأجهزة النقالة المتنوعة في كِلا المرحلتين. ترمز الأحرف (a,b,c) في الشكل (22) إلى مكان تواجد المستخدم ضمن القاعة أثناء إجراء الاختبار.إن أحد المظاهر السلبية التي لوحظت بشكل نادر، هي تحديد وجود الطالب بقاعة أثناء تواجده بالممرات، وسبب ذلك أن معرفات نقاط الولوج الملتقطة وشدة الإشارات المستقبلة في الممر قد تشابه تلك المخزنة ضمن قواعد البيانات لإحدى القاعات.

**الجدول (7) نتائج تحديد رقم القاعة في القطاع 1 باستخدام بعض الأجهزة المختلفة**

| الجهاز المستخدم في إنشاء الخريطة الراديوية | Sony V | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الجهاز المستخدم في تحديد الموقع | القاعات الحقيقية | 112 | | | 113 | | | 114 | | | 115 | | | 116 | | |
| | موقع تواجد المستخدم ضمن القاعة | a | b | c | a | b | c | a | b | C | a | b | c | a | b | c |
| Sony V | القاعة المكتشفة | 112 | 112 | 112 | 112 | 113 | 113 | 114 | 114 | 114 | 115 | 115 | 115 | 116 | 116 | 116 |
| Samsung Pocket | القاعة المكتشفة | _ | 112 | 112 | 112 | 113 | 113 | 114 | 114 | 115 | 115 | 115 | 116 | 116 | 116 | _ |
| Onda Tablet 7 | القاعة المكتشفة | 112 | 112 | 112 | 112 | 113 | 113 | 114 | 114 | 114 | 115 | 115 | 116 | 116 | 116 | 116 |
| الجهاز المستخدم في إنشاء الخريطة الراديوية | Samsung Pocket | | | | | | | | | | | | | | | |
| الجهاز المستخدم في تحديد الموقع | القاعات الحقيقية | 112 | | | 113 | | | 114 | | | 115 | | | 116 | | |
| | موقع تواجد المستخدم ضمن القاعة | a | b | c | a | b | c | a | b | C | a | b | c | a | b | c |
| Sony V | القاعة المكتشفة | _ | 112 | _ | 113 | 113 | _ | _ | 114 | 114 | 115 | 115 | 115 | 116 | 116 | _ |
| Samsung Pocket | القاعة المكتشفة | _ | 112 | 112 | 112 | 113 | 113 | 114 | 114 | 114 | 115 | 115 | 115 | 116 | 116 | _ |
| Onda Tablet 7 | القاعة المكتشفة | _ | 112 | _ | 113 | 113 | _ | _ | 114 | 114 | _ | 115 | 115 | _ | 116 | _ |




**الشكل (22) أماكن تواجد المستخدم عند اختبار تحديد النظام للقاعة**

- **التعقيد وقابلية التحقيق:** إن البساطة التي يتمتع بها تصميم هذا النظام، وذلك بالاعتماد على البنية التحتية للشبكة اللاسلكية المتوفرة ضمن المنشأة،تجعل النظام قابل للتحقيق ضمن أغلب المنشآت.
- **التدرجية:** لقد تم بالفعل تصميم هذا النظام على منطقة صغيرة (طابق واحد)،وثم تم التوسع بتطبيق هذا النظام على كامل المنشأة وبتعديلات بسيطة.
- **الكلفة:** طالما أن النظام معتمد بشكل أساسي على البنية التحتية المتوفرة بالمنشأة، فستكون الكلفة قليلة جداً. وستبقى الكلفة ضمن الحدود المعقولة حتى عند بناء هذا النظام من الصفر.

**تقويم النظام:**

تم إجراء عدة تعديلات على نظام تحديد الموقع الداخلي المصمم لحل ما ظهر من عيوب أثناء اختبار النظام، كما اقترح تعديلات أخرى للحصول على دقة أعلى إن لزم الأمر.

- يمكن كمقترح زيادة عدد نقاط الولوج أو استبدال نقاط الولوج ذات التغطية الأقل بأخرى ذات تغطية أكبر مثل Cisco Aironet 3500p، وذلك لتلافي المشاكل الناتجة عن تشتت وانحراف الإشارة أو عند استعمال أجهزة ذات لاقط إشارة منخفض الجودة.

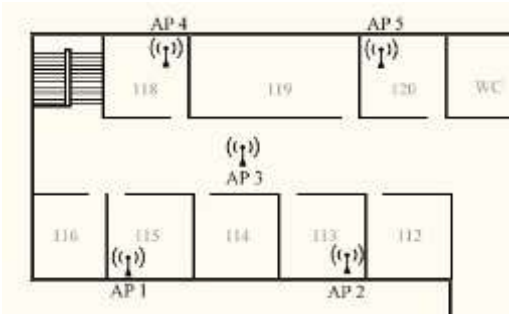
يمكن اقتراح مجموعة من الحلول لمشكلة عدم تمكن النظام من تحديد الموقع عند أطراف القاعات المتلاصقة:

- توحيد الجهاز المستخدم في عملية إنشاء الخريطة الراديوية وعملية تحديد الموقع، بحيث يفرض على المستخدم جهاز نقال من نفس نوع الجهاز النقال الذي استخدم لإنشاء الخريطة الراديوية.
- استخدام بطاقة أو سوار ذو لاقط شبكة لاسلكي مدمج، وتوزيعه على الطلاب، حيث يوجد عدة منتجات تجارية متاحة مثل: ( Navizon WiFi Tag, Navizon WiFi WristBand, Ekahau B4 tag, Ekahau W4 Wristband Tag).
- إتاحة إنشاء الخريطة الراديوية من قبل الجهاز النقال الخاص بالمستخدم نفسه، بحيث يَطلب التطبيق من المستخدم إدخال رقم القاعة الموجود بها، ويطلب بعدها من المستخدم الانتقال بالجهاز النقال إلى أطراف القاعة، يقوم التطبيق عندها بحفظ رقم القاعة ومعرفات الولوج الملتقطة ضمن القاعة وشدة الإشارة المستقبلة لكل معرف ضمن قاعة البيانات، يستمر المستخدم بإنشاء الخريطة الراديوية لكل قاعة حتى الانتهاء من جميع القاعات. ينتقل بعدها التطبيق لطور تحديد القاعات.يتطلب هذا الحل دراية ومجهود من المستخدم.
- يمكن إنشاء أكثر من خريطة راديوية باستخدام أكثر الأجهزة النقالة تداولاً، بحيث يكون لكل نوع أو طراز من الأجهزة خريطة راديوية خاصة به. يتطلب هذا الحل مجهود كبير من المصمم.
- يمكن إنشاء حاجز تختلف الإشارة بشكل كبير بين طرفيه.يعمل هذا الحاجز على فصل الإشارة ضمن منطقة التداخل،سيؤدي هذا الحاجز إلى تقليص مساحة تغطية نقطة الولوج وبالتالي زيادة عدد نقاط الولوج.

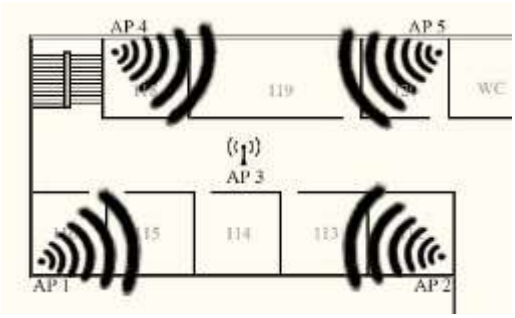
تم تغيير بعض مواقع نقاط الولوج لتكون كما في الشكل (23) ومن ثم إعادة إنشاء الخريطة الراديوية. استطاع عندها النظام تحديد القاعات 112 في الموقع a و 116 في الموقع c والتي لم يستطع تحديدها من قبل، كما لاحظنا من الجدول (7)،باستخدام الهاتف النقال Samsung Pocket ذو لاقط الإشارة منخفض الجودة.

تم حل مشكلة تحديد قاعة عند تواجد الطالب ضمن الممرات من خلال استبدال نقاط الولوج بأخرى ذات هوائيات بث موجه بزاويةDirectional Antennas،كاستخدام نقطة الولوجCisco Aironet 3500p و الهوائي CiscoAIR-ANT2460NP-R ذو معامل الربح 6dBi الذي يعمل على تركيز الإشارة الراديوية في اتجاه معين،مما

يقدم طاقة أعلى في هذا الاتجاه وطاقة أقل في باقي الاتجاهات[12].كما في الشكل (24)،تم معايرة زاوية البث، لتغطي الإشارة المناطق المستهدفة فقط وذلك لتلافي التداخل. يجب هنا التنويه إلى وجوب إعادة إنشاء الخريطة الراديوية.




**الشكل(23) نقاط الولوج بعد تغيير مواقعها**




**الشكل(24) نقاط الولوج بعد تركيب الهوائيات الموجَهَّ**

## الاستنتاجات والتوصيات:

**الاستنتاجات:**

- حقق نظام تحديد الموقع الداخلي الغاية المرجوة منه، حيث إن تحديد الموقع جاء بدقة وكفاءة أعلى من المتوقع، وبنسبة وصلت حتى 93%، كما يبين الجدول (7)، عند استخدام الهاتف النقال Sony V.
- نتيجة تحديد الموقع دقيقة عند كون شدة الإشارة المستقبلة قوية ومستقرة.
- جودة لاقط الإشارة اللاسلكية المستخدم تؤثر على دقة تحديد الموقع بشكل كبير.
- تباين نتائج تحديد الموقع عند اختلاف الجهاز المستخدم في مرحلة إنشاء الخريطة الراديوية عن الجهاز المستخدم في مرحلة تحديد الموقع.
- الضبط والمعايير لمواقع بعض نقاط الولوج أدى إلى رفع كفاءة النظام وتحسين نتيجة تحديد الموقع.
- يجب إعادة إنشاء الخريطة الراديوية عند تغيير مواقع نقاط الولوج.
- عدم إشراك مناطق أطراف الشبكة اللاسلكية في عملية تحديد الموقع، كون شدة الإشارة فيها ضعيفة، حيث يكون التشتت والانحراف في الإشارة كبير، مما سيؤدي لإخفاق النظام.
- سهولة مكاملة نظام تحديد الموقع الداخلي مع نظام إدارة التعلم، وتقديم مزيد من الخدمات، اعتماداً على البنية اللاسلكية وأدواتها.
- بساطة ومتانة التصميم وكلفته المنخفضة، جاء نتيجة اعتماده بشكل أساسي على البنية التحتية للشبكة اللاسلكية ضمن المنشأة، و بنظرة عامة على أغلب المنشآت في يومنا الحالي نرى أنها تحتوي على البنية التحتية المطلوبة لهذا النظام مما يمكننا من استغلال هذه البيئة وتعميم هذا النظام.

**التوصيات:**

- إن تعميم هذا النظام واستخدامه على نطاق واسع، قد يتيح قاعدة بيانات تحوي الخريطة الراديوية الداخلية لأغلب المنشآت المهمة في المنطقة،ويساعد في عمل منظومة موحدة لتحديد الموقع، تؤدي إلى إمكانية تتبع الأشخاص، أو تحديد مواقعهم بسهولة، مما قد يسهل مهامهم.

● ربط هذه المنظومة بشبكة الانترنت العالمية، مما يمّكن المستخدمين من تحميل الخريطة الراديوية عبر الشبكة، إلى الجهاز المحمول،كما يمّكن النظام من إظهار موقع الأفراد ضمن المنشأة عن بعد.

**المراجع:**


1. Curran K., Furey E., Lunney T., Santos J., Woods D., McCaughey A. *An evaluation of indoor location determination technologies.* Journal of Location Based Services, Vol. 5, No. 2, June 2011, 61–78.

2. Drira, A.*GPS Navigation for Outdoor and Indoor Environments.*Master thesis, University of Tennessee, Knoxville,May 2006, 22January2014.<http://imaging.utk.edu/publications/papers/dissertation/Anis_Pilot.pdf>

3. National Authority for Quality Assurance and Accreditation of Education. *National Academic Reference Standards.* 2nded. Aug. 2009, 13June2013. <http://www.naqaae.net/>

4. Rouse, M.*learning management system (LMS)*. Sep 2005, 10July 2013.<http://searchcio.techtarget.com/definition/learning-management-system>

5. Clark N.Q.*MobileLearning: The Time Is Now*.The eLearning Guild Research 2012, 26 August 2013. <http://www.elearningguild.com/content.cfm?selection=doc.2295>

6. Sommerville, I.*Software Engineering*. 9thed., Addison Wesley, 2011, 773.

7. Liu H. *;* Darabi H. *;*Banerjee P. ; Liu J.*Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems*. IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS—PART C: APPLICATIONS AND REVIEWS, VOL. 37, NO. 6, NOVEMBER 2007, 1067-1080.

8. Mautz R. *Indoor Positioning Technologies*.Habilitation Thesis, ETH Zurich, February 2012, 27January 2014. <http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:5659/eth-5659-01.pdf >

9. Stoep J. V.*Design and Implementation of Reliable Localization Algorithms using Received Signal Strength*. Master of Science thesis, University of Washington, 2009, 15 March. 2014 <http://www.ee.washington.edu/research/nsl/Imote/vanderstoep_thesis.pdf>

10.Mahfouz M.; Kuhn M.; To G. *The Future of Ultra WidebandSystems in Medicine: Orthopedic Surgical Navigation*. Novel Applications of the UWB Technologies, InTech, Chapters published , August, 2011, 1February 2014 <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/17467.pdf >

11.Kaemarungsi K.*Design of Indoor Positioning Systems Base on Location Fingerprinting Technique.*Doctor of Philosophy thesis, University of Pittsburgh 2005, 20 April 2014. <http://core.kmi.open.ac.uk/download/pdf/12206218.pdf>

12.Cisco Glance *Antenna Product Portfolio for Cisco Aironet 802.11n Access Points*.Cisco, 2013, 22 March. 2014. http://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/wireless/aironet-antennas-accessories/at_a_glance_c45-513837.pdf .