نحو نظام آلي متطور خاص بالمناسك في البقاع المقدسة باستخدام شبكات الحسّاسات اللاسلكية

د. أنيس قوبعة، د. حسن الصلاي، يحي غروي

جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

كلية علوم الحاسب والمعلومات، الرياض، المملكة العربية السعودية

akoubaa@dei.isep.ipp.pt, hassen_sallay@amansystem.com, yahya.cs@gmail.com

ملخص

نظرا لكثافة وتزايد أعداد الوافدين الحجاج في البقاع المقدسة خلال فترة الحج أو موسم رمضان تتأكد الحاجة إلى استعمال تقنيات متطورة لتسهيل أداء الحجاج لمناسكهم. في هذا الصدد، تعتبر شبكات الحسّاسات اللاسلكية من أحدث التقنيات في مجال المراقبة والتحكم عن بعد على العديد من المستويات وخاصة البيئي، والصحي، وتحديد المواقع، وإرشاد الحجّاج وتنظيم حركة السير والمرور وغيرها. تهدف هذه الورقة العلمية إلى إعداد تصور عام لاستخدام تقنية شبكات الحسّاسات اللاسلكية كحلّ فعّال وتقنية متطورة وأكثر مرونة بإمكانها توفير خدمات متميزة في مواسم الحج والعمرة.

١. مقدمة

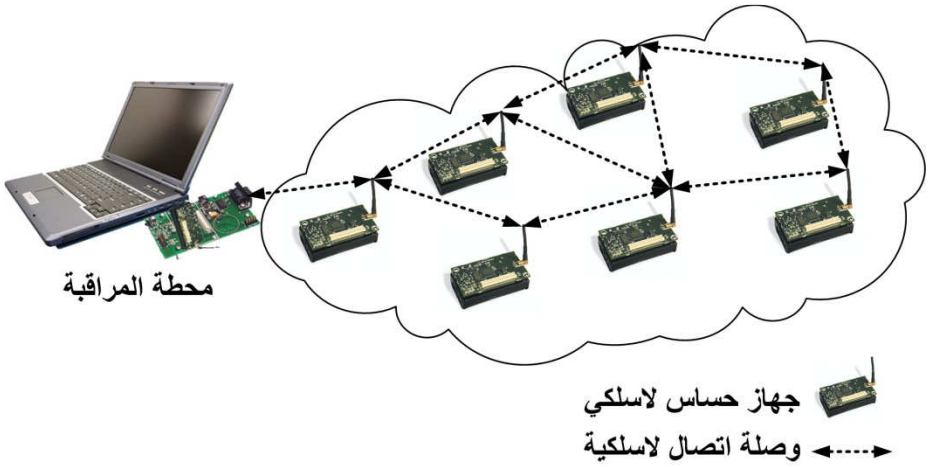
من المعلوم أن التحسينات في البنية التحتية سواء في المسجد الحرام أو الأماكن المقدسة الأخرى كمنى ومزدلفة ورمي الجمرات سهّل أداء المناسك بشكل ملحوظ. إلا أن التزايد المطّرد للوافدين الحجاج من سنة إلى أخرى والكثافة اللامسبوقة التي تشهدها البقاع المقدسة خلال فترة الحج أو موسم رمضان يؤكد الحاجة الماسة إلى إيجاد حلول أكثر فعالية تسهّل مراقبة الحجاج وتحديد مواقعهم وإرشادهم وتوفير آليات متطورة لمراقبة البقاع المقدسة عن بعد لتحديد مواقع الإكتظاظ الشديد في الحرم والتدخل لتنظيم حركة المرور وسير الحجاج بين البقاع المقدسة، ومتابعة الأوضاع الصحية عن بعد لبعض الحجاج الضعفاء، ومراقبة مستوى التلوث والرطوبة والأحوال الجوية الأخرى وجمع المعلومات التي يمكن أن تكون مفيدة لتحسين بعض النقائص التي يتم اكتشافها.

من جهة أخرى، تعتبر شبكات الحسّاسات اللاسلكية من أكثر التقنيات الحديثة التي جلبت مؤخرا انتباه المجتمع العلمي وقادت إلى عديد من الأبحاث العلمية لدراسة تطبيقاتها وخصائصها. وتمثل هذه التقنية ثورة علمية في مجال الشبكات والاتصالات اللاسلكية والنظم المدمجة كسابقتها التي حصلت في الشبكات السلكية مع ظهور الانترنت في الثمانينات. لقد أدى ظهور شبكات الحسّاسات اللاسلكية إلى ابتكار العديد من التطبيقات الجديدة المتعلقة بالمراقبة والتحكم عن بعد والحساب الموزع والكلي وذلك في مجالات البيئة ورصد الأحوال الجوية، والمراقبة الصحية، وفحص سلامة الأبنية والمنشئات، والأمن مثل اكتشاف المتطفلين وعمليات اقتحام المناطق المحظورة، وحركة المرور والحرائق.

ومن هذا المنطلق، تهدف هذه الورقة العلمية إلى إعداد تصور عام لاستخدام تقنية شبكات الحسّاسات اللاسلكية كحلّ فعّال وتقنية متطورة وأكثر مرونة بإمكانها توفير خدمات متميزة في مواسم الحج والعمرة.
يمكن تلخيص بقية الورقة العلمية كالآتي. نقدم في الفقرة ٢ نظرة شاملة حول تقنية الحسّاسات اللاسلكية وأهم خصائصها مما يمكن القارئ من فهم كيفية وأهمية إستخدامها في مراقبة مناسك الحج. أما الفقرة ٣ فتحتوي على التوصيف الأولي للنظام. أما التصميم الأولي لعمارة النظام فمحلها الفقرة ٤. أخيرا، نختم الورقة ببعض التوصيات و الأعمال القادمة.

٢. خصائص شبكات الحسّاسات اللاسلكية

تتعلق تطبيقات شبكات الحسّاسات اللاسلكية أساسا بعمليات المراقبة و التحكم عن بعد لأحداث حسية (أو فيزيائية) مختلفة ومتعددة مثل الحرارة، والضغط، والضوء، والصوت إلى غير ذلك من خلال أجهزة لاسلكية صغيرة الحجم. تحتوي هذه الأجهزة على حسّاسات تقوم بالتقاط وجمع المعلومات المتحَسّسة في البيئة المراقَبَة وتقوم بإرسالها لاسلكيا من جهاز إلى آخر بالتعاون فيما بينها إلى محطة مراقبة وهو عبارة على حاسوب يقوم بتجميع المعلومات من أجهزة الحسّاسات اللاسلكية المتناثرة ومعالجتها وتحليلها. الشّكل ١ يقدّم نموذجا عاما لشبكات الحساسات اللاسلكية.



الشّكل ١. نموذج شبكات الحساسات اللاسلكية

من ثم، يجب أن يكون جهاز الحسّاس اللاسلكي، على صغر حجمه، مزوَّدا بقدرات أساسية بما في ذلك القدرة على تحسّس الأحداث الحسّية وعلى معالجة البيانات وتخزينها مؤقتا، والقدرة على الاتصال اللاسلكي مع بقية الأجهزة لتوجيه البيانات لمحطة المراقبة. كما يعمل جهاز الحسّاس اللاسلكي ك:

- **مصدر بيانات** فالحسّاسات الموجودة بالأجهزة تقوم بالتقاط وتوليد البيانات الحسّية من خلال تفاعلها مع البيئة المراقَبة. وتختلف هذه البيانات المُتَحَسَّسَة على حسب التطبيقات فمثلا في المجال البيئي تقوم الحسّاسات بتجميع البيانات المتعلّقة بالحرارة، والضغط الجوي والرطوبة؛ بينما في المجال الصحي تلتقط الحسّاسات البيانات المتعلقة بدقات القلب، وحرارة الجسم والضغط الدموي ونسبة الأوكسجين في الدم الخ [١].

- **مُوَجِّه بيانات** الذي يرسل البيانات من جهاز إلى آخر حتى يتم إيصالها إلى محطة المراقبة التي تقوم بمعالجة وتحليل كتلة البيانات التي وقع استقبالها من الحساسات اللاسلكية في الشبكة.

وتختلف شبكات الحسّاسات اللاسلكية اختلافا مهمّا مع شبكات الحواسيب اللاسلكية الأخرى (المعروفة بإسم *شبكة المنطقة المحلية اللاسلكية*) من وجهين:

١. **محدودية الموارد:** تتصف شبكات الحسّاسات اللاسلكية على خلاف شبكات الحواسيب المتنقلة واللاسلكية الأخرى بمحدودية الموارد وندرتها وذلك فيما يخص موارد الطاقة، وسرعة المعالجة، وسعة التخزين، وسعة قناة الاتصال. والسبب في محدودية موارد هذه النوعية من الشبكات يرجع أساسا إلى عاملين أساسيين يتعلق أحدهما بجانب تصميم الأجهزة والآخر بانتشارها في الشبكة. فيما يتعلق بتصميم أجهزة الحسّاسات اللاسلكية، فإنّ من متطلباتها أن تكون هذه الأجهزة صغيرة جدّا من حيث الحجم، وخفيفة الوزن و منخفضة الثمن. أمّا فيما يتعلق بالانتشار، فإنّه يفترض أن تنتشر هذه الحسّاسات اللاسلكية في الشبكة على نطاق واسع بأعداد كبيرة في المنطقة التي تتم مراقبتها. يمثّل الجدول ١ على سبيل المثال بعض الخصائص الأساسية لحسّاس مايكا٢ [٢] والذي يبرز من خلال الأرقام ضعف الموارد لأجهزة الحسّاسات اللاسلكية مقارنة بالحواسيب العادية.

الجدول ١. خصائص ذرة حسّاس مايكا٢

ذاكرة برامج وميضية	١٢٨ كيلو بايت
ذاكرة قياسات وميضية	٥١٢ كيلو بايت
ذاكرة قراءة فقط قابلة للبرمجة والمحو	٤ كيلو بايت
معدل البيانات	٣٨.٤ كيلو بايت
موجة التردد	٩١٦ ميجا هرتز
بطارية	٢ بطاريات من نوع آأ
الطاقة الكهربائية الخارجية	٢.٧ إلى ٣.٣ فولت
الحجم	٧ x ٣٢ x ٥٨
الوزن	١٨ جرام بدون بطاريات

ويترتب عن محدودية الموارد بشبكات الحسّاسات اللاسلكية أنّ الآليات والحلول المعتمدة في شبكة الحواسيب المحلية اللاسلكية غير ملائمة لشبكات الحسّاسات اللاسلكية ومن ثم يتوجب تصميم آليات واتفاقيات خاصة بها. مثلا، يتوجب على نظم التشغيل لأجهزة الحسّاسات اللاسلكية أن تأخذ بعين الإعتبار محدودية موارد الطاقة. في هذا الصدد، يعتبر نظام التشغيل *تايني أو آس* [٣] (كلمة تايني أوآس تعني *نظام تشغيل بالغ الصغر*) واحدا من أوائل نظم التشغيل المصمّمة لأجهزة الحسّاسات اللاسلكية الذي يعتمد على شفرة صغيرة الحجم في حين أنّه يدعم الاتصالات، وتعدد المهام، وتحصيل البيانات، وتشغيل العتاد المادي [٤].

٢. **نموذج الاتصال:** تختلف شبكات الحسّاسات اللاسلكية عن غيرها من الشبكات اللاسلكية والمتنقلة في نموذج الاتصال وذلك لشدّة القيود على الموارد المذكورة آنفا. إنّ أغلب تطبيقات شبكات الحسّاسات

اللاسلكية تتمحور حول مراقبة منطقة/مساحة جغرافية في بيئة معيّنة، لذلك يتعيّن معرفة هوية الحسّاس وأهم من ذلك معرفة الموقع الجغرافي الذي وقع فيه الحدث. فيما يلي نعدّد ثلاثة خصائص لشبكات الحسّاسات اللاسلكية:

أ. **محورية على البيانات:** خلافا لشبكات الحواسيب اللاسلكية التي ترتكز على عناوين منطقية (مثل عنوان الآي بي) للتعرف على هوية المُرْسِل والمُرْسَل إليه، تولي شبكات الحسّاسات اللاسلكية أهمية للبيانات أكبر من الأهمية التي تُوليها للأجهزة التي قامت بتوليدها، لذلك فإنّه يتوجب تجميع البيانات المتعلقة بنفس الحدث الحسي والتي يقع توليدها في مصادر مختلفة ومن ثمّ إرسالها ككتلة واحدة إلى محطة المراقبة.

ب. **اتساع النطاق:** من خصائص شبكات الحسّاسات اللاسلكية هو انتشار أجهزة الحسّاسات بأعداد كبيرة على المنطقة التي يتم مراقبتها. ذلك لأن جودة المراقبة تتحسّن مع زيادة عدد الحسّاسات اللاسلكية ولكن هذا على حساب زيادة تعقيد عملية إدارة الشبكة. لذلك يتوجّب أن تأخذ آليات وإتفاقيات شبكات الحساسات اللاسلكية بعين الإعتبار خاصِّيَة اتساع النطاق حتى تتلائم مع حاجيات التطبيقات المتعلقة بها.

ت. **التوجيه المعتمد على الموقع:** تعتمد عملية توجيه البيانات في شبكات الحسّاسات اللاسلكية على الموقع الجغرافي لجهاز الحسّاس وليس على عنوانه المنطقي. هذه النوعية من التوجيه ملائمة للخاصيتين السابقتين حيث يجب على جهاز الحسّاس أن يتعرف على مواقع الأجهزة المجاورة فقط عوض أن يخزن جداول توجيه المبنية على العناوين المنطقية.

٣. التوصيف الأولي للنظام

٣.١. القيود الفنية للنظام

لتوصيف النظام نحتاج إلى سبر خصائص موسم الحج والعمرة لاستخراج العناصر المؤثرة في التصور الفني والتقني للنظام ومن ثم تحديد خصائصه وعناصره ووظائفه. ومعلوم أن شعيرة الحج هي عبادة مخصوصة مقيدة في الزمان والمكان والكيفية. ويترتب على هذا التقييد جملة من القيود الفنية لا بد أن تؤخذ بعين الاعتبار في تصميم النظام. يمكن تقسيم هذه القيود إلى قسمين أساسيين:

- **قيود زمانية:**
  - قيود زمانية ضيقة كالوقوف بعرفة يوم التاسع تحديدا والمبيت بمزدلفة ليلة العاشر تحديدا ورمي العقبة يوم العاشر تحديدا ورمي الجمرات بعد الزوال تحديدا أيام التشريق والطواف والسعي ويمتد حتى آخر أيام ذي الحجة
  - قيود زمانية متسعة كاستقبال الحجاج وترحيلهم وتفويجهم من وإلى المدينة النبوية إلخ

➢ **قيود مكانية:**

- قيود مكانية ضيقة وهي مرتبطة بالعبادة وهي أماكن المشاعر كساحة الطواف والصفا والمروة ومنى ومزدلفة وعرفة والجمرات
- قيود مكانية أخرى خارجة عن العبادة كالمطارات والطرق المؤدية إلى المشاعر والطرق المؤدية إلى المسجد الحرام والأبواب المدخلة إليه وغيرها

وينتج عن تداخل بعض هذه القيود الزمانية والمكانية نوعان آخران من القيود وهما **القيد العددي والقيد النوعي**. فأما القيد العددي فهو عدد الحجاج المجتمعين في مكان معين في زمن معين وهذا القيد يزداد أهمية خصوصا عند تداخل القيود الزمانية والمكانية الضيقة منها كالوقوف بعرفة تحديدا يوم التاسع تحديدا وكذا المبيت بمزدلفة أو رمي الجمار للمتعجلين يوم الثاني من التشريق وغيره مما يحدث الزحام الشديد ويتطلب تدابير إجرائية سريعة. أما القيود النوعية فتلك المتعلقة بنوعية الخدمات الموفرة للحجاج كالخدمات الطبية الاستعجالية والإرشاد الميداني والحفاظ على الأمن والسلامة غيرها

٢.٣ . وظائف وخدمات النظام

يسعى النظام لتوفير خدمات متعددة ومختلفة لجهات عدة أهمها: الحجاج وطاقم المرور وطاقم الأمن وطاقم الصحة وطاقم الإرشاد وطاقم النقل وطاقم التفويج وطاقم المسجد الحرام وطاقم الإفتاء والدفاع المدني وطاقم الدراسات المستقبلية والبحثية في مجال الحج وغيرها. وتتركز هذه الخدمات أساسا على:

- تسهيل عملية تنقل الحجاج و إعطاء إحصاءات عن أعداد السيارات ونسب تدفقها على المداخل والمخارج وأوقات الذروة التدفق خلال موسم الحج لاتخاذ القرارات المتعلقة بذلك سواء من الحجاج أو من الجهات المعنية بالسير والحركة في الموسم
- توفير المعطيات اللازمة التي تمكن الحاج من اتخاذ قراره في رمي الجمرات وكذا الطواف والسعي وغيرها، وتمكن الجهة المعنية باتخاذ القرارات العملية الأسلم والأجدى في المراقبة والتسيير
- تسهيل متابعة الحجاج ذوي الاحتياجات الخاصة والمرضى بتوفير الرعاية اللازمة للحالات الحرجة وفي الوقت المناسب ومن ذلك تحديد موقع المريض لتسريع عملية إخلائه في الحالات الحرجة
- تيسير عمليات التفويج والإرشاد والحصول على الفتوى والتعامل مع الحوادث المستجدة بشكل فعال
- تيسير تنقل المعلومة بين الجهات المعنية ودعم التنسيق بينها لاتخاذ القرارات الأكثر جدوى والأقل كلفة في نفس الوقت
- توفير النظام للإحصاءات الدقيقة في مجالات مختلفة كالمرور والتفويج والإرشاد والبيئة والصحة والأمن والسلامة تساعد مركز أبحاث الحج في دراساتها والمقارنة بينها وإفادة الباحثين بما يحتاجون إليه في أبحاثهم منها.

٤. التصميم الأولي لعمارة النظام

يهدف هذا الجزء من الورقة العلمية إلى تصور تصميم أولي لعمارة النظام باستعمال تقنية شبكات الحساسات اللاسلكية لإيجاد حلول فعالة ومرنة توفر الخدمات الآنف ذكرها وتتعامل مع القيود بشكل فعال. بالإضافة إلى ذلك لا بد من اعتبار جملة من العوامل الأخرى والمؤثرة في تصميم العمارة وهي أساسا ما يلي:

- **فاعلية الأداء** : يجب أن يكون النظام فعالا بحيث يعطي الخدمة المطلوبة بالسرعة المطلوبة
- **القدرة الاتساعية**: يجب أن يحافظ النظام على فعاليته عند زيادة الطلب عليه
- **الشفافية**: يجب أن يخفي النظام الجوانب التقنية والفنية التي لا تهم المستخدم
- **الاعتمادية**: يجب أن يعطي النظام الخدمة المطلوبة بالمستوى المطلوب
- **التوافرية**: يجب أن تكون خدمات النظام متوفرة عند الاحتياج إليها
- **الأمنية**: يجب أن يوفر النظام الخدمات الأمنية كالسرية والخصوصية والتأكد من الهوية والتأكد من الصلاحيات وغيرها
- **التكيف مع العطل**: يجب أن يواصل نظامه عمله ولو وجد العطل في بعض أجزائه
- **مراعاة الوقت الحقيقي**: يجب أن يدعم النظام الخدمات ذات القيود المرتبطة بالوقت الحقيقي.

٤.١. مبادئ تصميم عمارة النظام العامة

من جهة التصميم المعماري فإن نرى اعتماد ما يلي:

- مبدأ "فرق تسد" الذي يقسم المشكلة إلى مشاكل أصغر و يبحث عن حلول منفصلة لهذه المشاكل ومن ثم يتم تحصيل الحل العام بدمج هذه الحلول المنفصلة. ويتم هذا التقسيم بالسبر الدقيق لخصائص الخدمات واستخراج المشاكل المتماثلة فيها وجعلها مشكلا مستقلا وأما المشاكل المتغايرة المرتبطة بخصوصية الخدمة فتكون كل منها مشكلا على حده. ويؤثر هذا التقسيم على عمارة الخدمات وأيضا عمارة البنية التحتية.
- عمارة ذات الثلاث أجزاء بالنسبة لعمارة خدمات النظام. في هذه العمارة نقسم الخدمة إلى ثلاث أجزاء وهي **البيانات** و**المعالجة** و**العرض** [٦،٥]. فالجزء الخاص بالبيانات يهتم بطرق تخزين البيانات واستردادها وجزء المعالجة يهتم بإجراء العمليات اللازمة على هذه البيانات بما يوفر النتائج المطلوبة وجزء العرض يهتم بعرض هذه النتائج لمستعملي هذه الخدمة. هذا التقسيم يجعلنا نتحكم بشكل مرن في توزيع هذه الأجزاء على البنية التحتية ويساهم في رفع مستوى الفاعلية والقدرة الاتساعية. مثاله حاج تائه يبحث عن فوجه فيدخل عن طريق جواله الشخصي فيستفسر النظام عن مكان فوجه فيرجع له النظام خريطة الوصول إلى مخيمه. فهنا جعلنا جزء العرض في جهاز الحاج وأجزاء المعالجة والبيانات في جهاز مزود خدمة تحديد المواقع وإرشاد الحجاج. وهذا التوزيع له فوائد كثيرة منها على سبيل التمثيل لا الحصر أن المزود يكون أكثر سرعة لأنه وكل الخادم بجزء العرض ومنها أن الحاج له الحرية في اختيار طريقة العرض كتحديد لغة برنامج الاتصال بالمزود و

لغة عرض المعلومة ومنها كسر حاجز اختلاف اللغات الذي يقف عائقا كبيرا في نظام الإرشاد التقليدي وغير ذلك من الفوائد.

- ثلاث طبقات لعمارة البنية التحتية للنظام وهي الطبقة السفلى المتكونة من شبكة الحساسات ذات الإرسال قصير المدى والطبقة الوسطى وهي المتكونة من مراكز البث والاستقبال الثابتة والمتنقلة ذات الإرسال متوسط المدى والطبقة العليا المتكونة من محطات لا سلكية ذات الإرسال بعيد المدى
- اتفاقيات وآليات إرسال خاصة بما يزيد من فاعلية الأداء خصوصا للخدمات التي لها قيود الوقت الحقيقي بما في ذلك حجم وشكل طرود البيانات
- الوسائط البرمجية التي تخفي التفاصيل الفنية للنظام عن المستفيدين لدعم خاصية الشفافية وتكرار الخدمة على أكثر من مزود والنسخ الاحتياطي للبيانات كطرق في دعم قدرة التكيف مع العطل وخوارزميات التشفير وغيرها في الحفاظ على سرية وسلامة المعلومات بالنسبة للبيانات الحساسة وكل هذا يزيد من اعتمادية النظام وتوافرية الخدمات فيه.

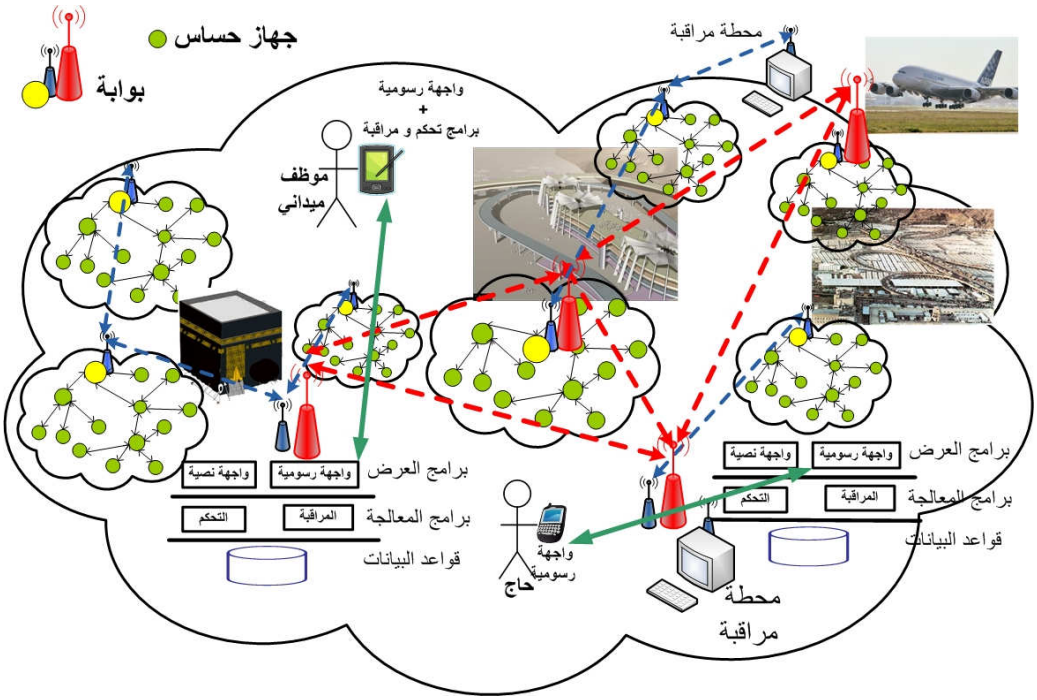
٤.٢. عمارة النظام العامة

يظهر الجدول ٢ مكونات العمارة الأولية للنظام ويحدد مهام والتقنية المستعملة والموقع الجغرافي المفترض لكل كائن.

الجدول ٢. مكونات العمارة الأولية

الكائن	المهمة	التقنية	الموقع
حساسات–عامة	التقاط الحوادث على اختلاف أنواعها	تقنية زيجبي	في المشاعر وعند الحجاج
حساس–كاميرات و شاشات عرض	التقاط الصور الفورية والتحليل الجزئي لها	تقنية زيجبي وتقنيات الذكاء الاصطناعي	في جسر الجمرات ومداخل الحرم والطرق والأماكن التي يكون الازدحام فيها محتملا
مراكز استقبال وبث مختصة	استقبال البيانات والمراقبة والتحكم حسب	تقنية واي فاي	في مراكز التفويج والإرشاد
جهاز جوال الحاج	الوصول للخدمات الخاصة بالحاج كالإرشاد والفتوى وغيرها	تقنية الجي أس أم	مع كل حاج
محطات لاسلكية ثابتة ومتنقلة	نقل المعطيات وتحليلها	تقنية الواي ماكس	في المشاعر
جهاز عرض وتحكم	المراقبة والتحكم عن بعد ميدانيا	تقنية واي فاي تقنية الواي ماكس	مع موظفي الخدمات الميدانية للحج

يظهر الشكل ٢ العمارة العامة للنظام. فبالنسبة لعمارة الخدمات فيظهر الشكل ٢ عمارة ثلاثة الأجزاء كما يوضح توزيع هذه الأجزاء على المستخدمين بحسب نوعية استخداماتهم للنظام. وتتم الاتصالات بين أجزاء عمارة الخدمات عن طريق اتفاقيات إدارة خاصة تأخذ بعين الاعتبار ميزات وخصائص كل خدمة.



الشكل ٢. عمارة النظام العامة

أما بالنسبة لعمارة البنية التحتية يوضح الشكل ٢ التقنيات المستعملة كتقنيات اتصال لاسلكية وهي متلائمة مع خصائص الطبقات الثلاث لعمارة النظام الآلي المقترحة. فيما يخصّ الطبقة السفلى المتكونة من شبكات الحسّاسات اللاسلكية، فإنّ الاتفاقية المعيارية القياسية آي ترايبل إي ٨٠٢.١٥.٤/زيجبي[١] [٨] تستجيب بشكل كبير لحاجيات شبكات الحسّاسات ذلك بأنها توفّر استهلاك الطاقة مقارنة مع غيرها من الاتفاقيات اللاسلكية وذلك بالإرسال على مدى قصير كما تدعم تطبيقات الوقت الحقيقي الضيق [٧] إلى غير ذلك من الميزات. أما الطبقة الوسطى المتكونة من شبكات منطقة محلية فنعتزم استخدام تكنولوجيا الواي فاي المعروفة أيضا باسم آي ترايبل إي ٨٠٢.١١ لربط شبكات الحسّاسات المتواجدة في مناطق متجاورة لا تزيد المسافة بينها على ٥٠٠ متر. أما الطبقة العليا المتكونة من شبكات واسعة المدى فنعتزم استخدام تكنولوجيا الواي ماكس المعروفة أيضا باسم آي ترايبل إي ٨٠٢.١٦ لربط شبكات الطبقة الوسطى فيما بينها وشبكة الجي آس أم لربط الحجاج والمراكز البعيدة بالنظام المركزي.

[١] IEEE 802.15.14/ZigBee standard protocol

٥. الخاتمة

تقدم هذه الورقة تصورا أوليا لنظام آلي خاص بالحج يعتمد على شبكات الحساسات اللاسلكية. ومع أنّ فكرة تصميم وإنجاز هذا النظام واعدة ومرشحة في أن تمثل حلاّ فعالا وقليل الكلفة للعديد من مشاكل التي تُواجَه في موسم الحج، إلاّ أنّ هناك العديد من التحديات التي تواجه التنفيذ الفعلي والعملي لهذه التقنية منها صعوبة تصميم آليات تدعم التنظيم الذاتي لشبكة الحسّاسات في حالة تلف بعض الأجهزة أو إضافة أجهزة جديدة وكذا تطوير اتفاقيات خاصة تأخذ بعين الاعتبار عقبات محدودية الموارد لأجهزة الحسّاسات اللاسلكية وغيرها من المشاكل التقنية التي تحتاج إلى الكثير من الجهود البحثية في المستقبل [٩].

المراجع

[1] K. Lorincz, D. Malan, T. Fulford-Jones, A. Nawoj, A. Clavel, V. Shnayder, G. Mainland, S. Moulton, and M. Welsh, "Sensor Networks for Emergency Response: Challenges and Opportunities," Pervasive Computing, Special Issue on Pervasive Computing for First .Response, 2004

[2] MICA2 data sheet http://www.xbow.com

[3] TinyOS http://www.tinyos.net

[4] A. Koubâa, M. Alves, and E. Tovar, "Lower Protocol Layers for Wireless Sensor Networks: A Survey," IPP-HURRAY, Technical Report TR-051101, November 2005

[5] George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg, “Distributed Systems: Concepts and Design”, Published by Addison-Wesley, 1994. ISBN 0-201-62433-8.

[6] Andrew S. Tanenbaum, Maarten van Steen, “Distributed Systems: Principles and Paradigms” ISBN-13: 9780130888938.

[7] A. Koubâa, M. Alves, E. Tovar, “Energy/Delay Trade-off of the GTS Allocation Mechanism in IEEE 802.15.4 for Wireless Sensor Networks”, In Wiley Journal of Communication Systems, special issue on Energy-Efficient Network Protocols and Algorithms for Wireless Sensor Networks, 2007

[8] A. Koubâa, M. Alves, E. Tovar IEEE 802.15.4: a Federating Communication Protocol for Time-Sensitive Wireless Sensor Networks”, In Book of Sensor Networks and Configurations: Fundamentals, Techniques, Platforms, and Experiments, Ed. (N. P. Mahalik), Springer-Verlag, .Germany, 2007

[9] Anis Koubaa, Hassen Sallay, Mário Alves, “Real-Time Tracking and Reporting of Dynamic Events in Hierarchical Wireless Sensor Networks”, Technical Report HURRAY-TR-070503, 18 June 2007.

ملحق المصطلحات

شبكة المنطقة المحلية اللاسلكية	Wireless Local Area Networks (WLAN)
شبكات الحسّاسات اللاسلكية	Wireless Sensor Networks (WSN)
موجه	Router
النظم المدمجة	Embedded Systems
الحساب الموزع والكلي	Pervasive and Ubiquitous Computing
اكتشاف المتطفلين	Intruder Detection
وصلة لاسلكية	Wireless Link
محطة المراقبة	Control Station
سعة قناة الاتصال أو عرض النطاق الترددي	bandwidth
ذاكرة برامج وميضية	Program Flash Memory
ذاكرة قياسات وميضية	Measurement Flash Memory
ذاكرة قراءة فقط قابلة للبرمجة والمحو	EPROM
معدل البيانات	Data Rate
موجة التردد	Radio Channel
الطاقة الكهربائية الخارجية	External Power
ذرة	mote
نطاق واسع	Large-Scale
اتفاقية	Protocol
آلية	Mechanism
شيفرة	Code
تعدد المهام	Multitasking
مشغّل	Driver
المكوّنات الصلبة	Hardware
محورية على البيانات	Data-centric
عنوان منطقي	Logical address
إرتباطية	Connectivity

جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية
كلية علوم الحاسب والمعلومات

نحو نظام آلي متطور خاص بالمناسك في البقاع المقدسة باستخدام شبكات الحسّاسات اللاسلكية

الملتقى العلمي الثامن لأبحاث الحج
جامعة أم القرى، مكة المكرمة
قاعة الأمير فيصل بن فهد بن عبدالعزيز ــ يرحمه الله ــ العزيزية

د. أنيس قوبعة، د. حسن الصلاي، يحي غروي

الإطار العلمي

- الحج هي عبادة مخصوصة مقيدة في الزمان والمكان والكيفية
  - **قيود زمانية (ضيقة ومتسعة)**
  - **قيود مكانية (ضيقة ومتسعة)**

⟵ **قيود عددية، قيود نوعية**

⟵ صعوبة التحكم والمراقبة والتنسيق

- شبكات الحسّاسات اللاسلكية من أحدث التقنيات الواعدة في مجال المراقبة والتحكم عن بعد

⟵ **تطوير نظام آلي خاص بالمناسك في البقاع المقدسة يعتمد على شبكات الحسّاسات اللاسلكية**

الأهداف

- تسهيل عملية تنقل الحجاج و إعطاء إحصاءات عن أعداد السيارات ونسب تدفقها على المداخل والمخارج وأوقات الذروة التدفق خلال موسم الحج لاتخاذ القرارات المتعلقة بذلك سواء من الحجاج أو من الجهات المعنية بالسير والحركة في الموسم

- توفير المعطيات اللازمة التي تمكن الحاج من اتخاذ قراره في رمي الجمرات وكذا الطواف والسعي وغيرها، وتمكن الجهة المعنية باتخاذ القرارات العملية الأسلم والأجدى في المراقبة والتسيير

- تسهيل متابعة الحجاج ذوي الاحتياجات الخاصة والمرضى بتوفير الرعاية اللازمة للحالات الحرجة وفي الوقت المناسب ومن ذلك تحديد موقع المريض لتسريع عملية إخلائه في الحالات الحرجة

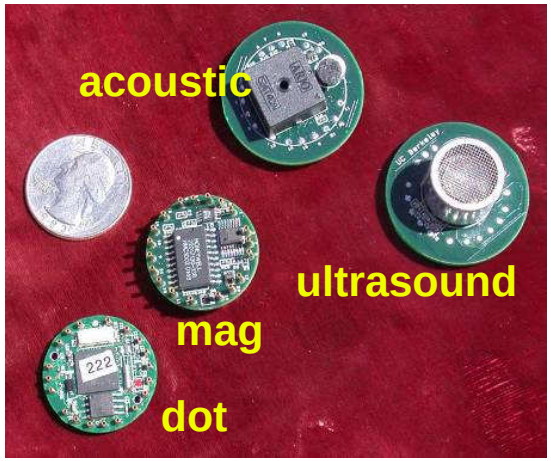
الأهداف

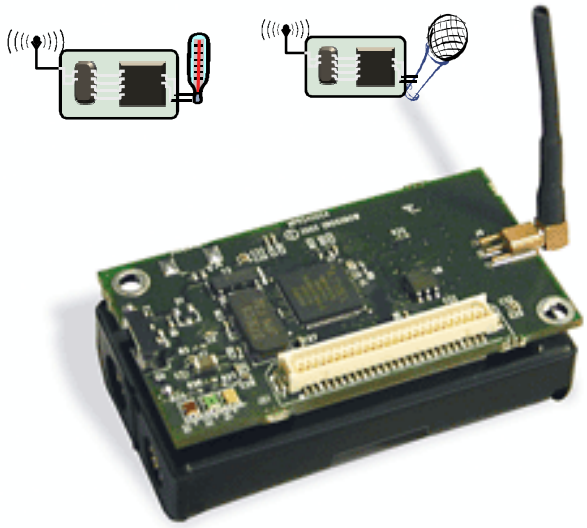
- تيسير عمليات التفويج والإرشاد والحصول على الفتوى والتعامل مع الحوادث المستجدة بشكل فعال

- تيسير تنقل المعلومة بين الجهات المعنية ودعم التنسيق بينها لاتخاذ القرارات الأكثر جدوى والأقل كلفة في نفس الوقت

- توفير النظام للإحصاءات الدقيقة في مجالات مختلفة كالمرور والتفويج والإرشاد والبيئة والصحة والأمن والسلامة تساعد مركز أبحاث الحج في دراساتها والمقارنة بينها وإفادة الباحثين بما يحتاجون إليه في أبحاثهم منها.

ماهو جهاز الحساس اللاسلكي؟

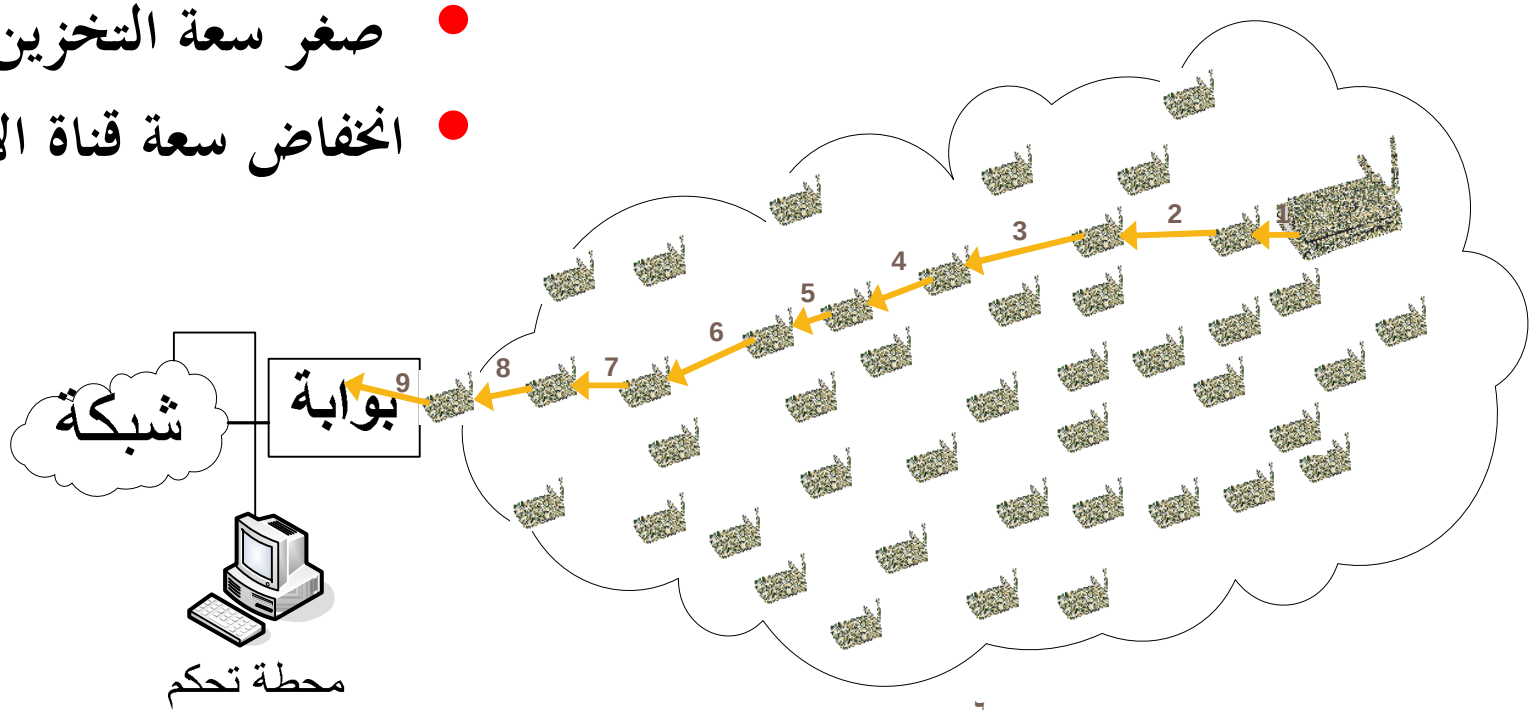




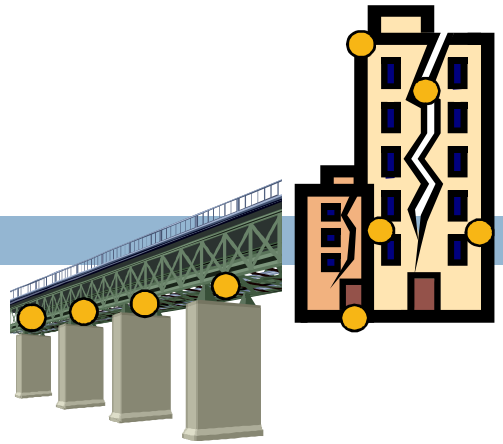
- لوحة الحسّاس: الحرارة، الضغط، الصوت، الإضاءة ...
- المتحكم الصغير: جهاز يحتوي على معالج و ذاكرة مع واجهات إدخال/إخراج بينيّة
- واجهة بينيّة لاسلكية: قصيرة المدى وسعة قناة الاتصال صغيرة

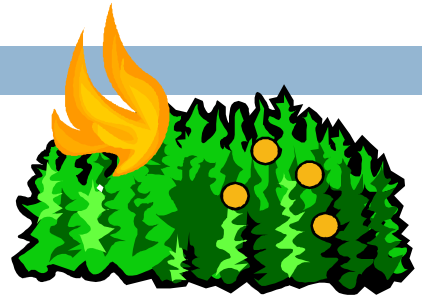
خصائص شبكة الحسّاسات اللاسلكية؟

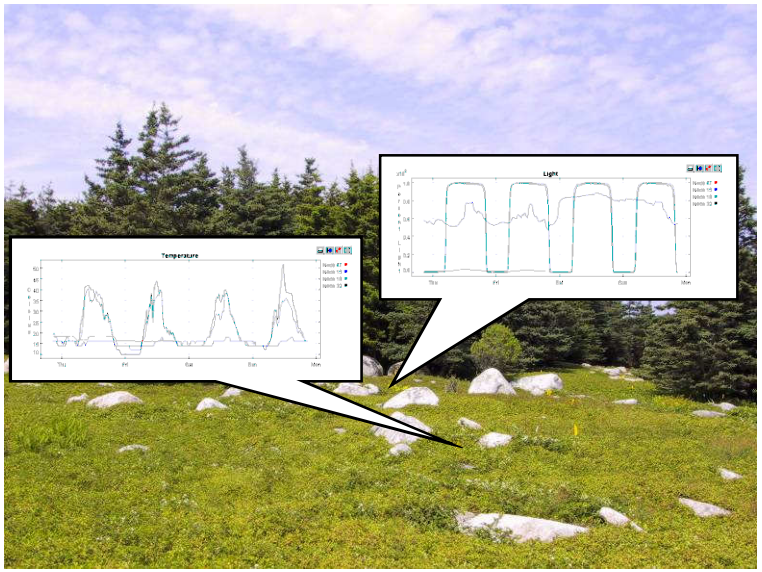
- محدودية الموارد
  - ندرة موارد الطاقة،
  - ضعف سرعة المعالجة،
  - صغر سعة التخزين،
  - انخفاض سعة قناة الاتصال.



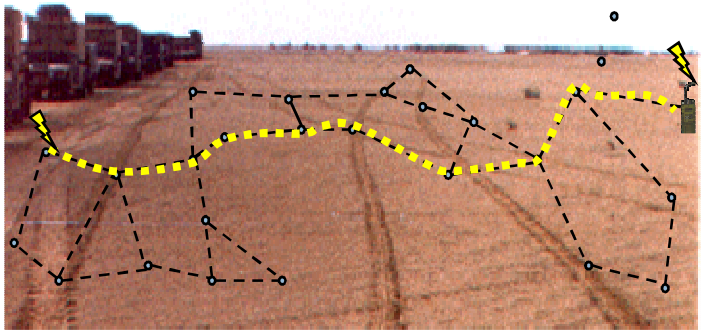
التطبيقات






Temperature
Light

Pluto
http://www.eecs.harvard.edu/~mdw/proj/codeblue



خصائص النظام

- **فاعلية الأداء** : يجب أن يكون النظام فعالا بحيث يعطي الخدمة المطلوبة بالسرعة المطلوبة
- **القدرة الاتساعية**: يجب أن يحافظ النظام على فعاليته عند زيادة الطلب عليه
- **الشفافية**: يجب أن يخفي النظام الجوانب التقنية والفنية التي لا تهم المستخدم
- **الاعتمادية**: يجب أن يعطي النظام الخدمة المطلوبة بالمستوى المطلوب
- **التوافرية**: يجب أن تكون خدمات النظام متوفرة عند الاحتياج إليها
- **الأمنية**: يجب أن يوفر النظام الخدمات الأمنية كالسرية والخصوصية والتأكد من الهوية والتأكد من الصلاحيات وغيرها
- **التكيف مع العطل**: يجب أن يواصل نظامه عمله ولو وجد العطل في بعض أجزائه
- **مراعاة الوقت الحقيقي**: يجب أن يدعم النظام الخدمات ذات القيود المرتبطة بالوقت الحقيقي.

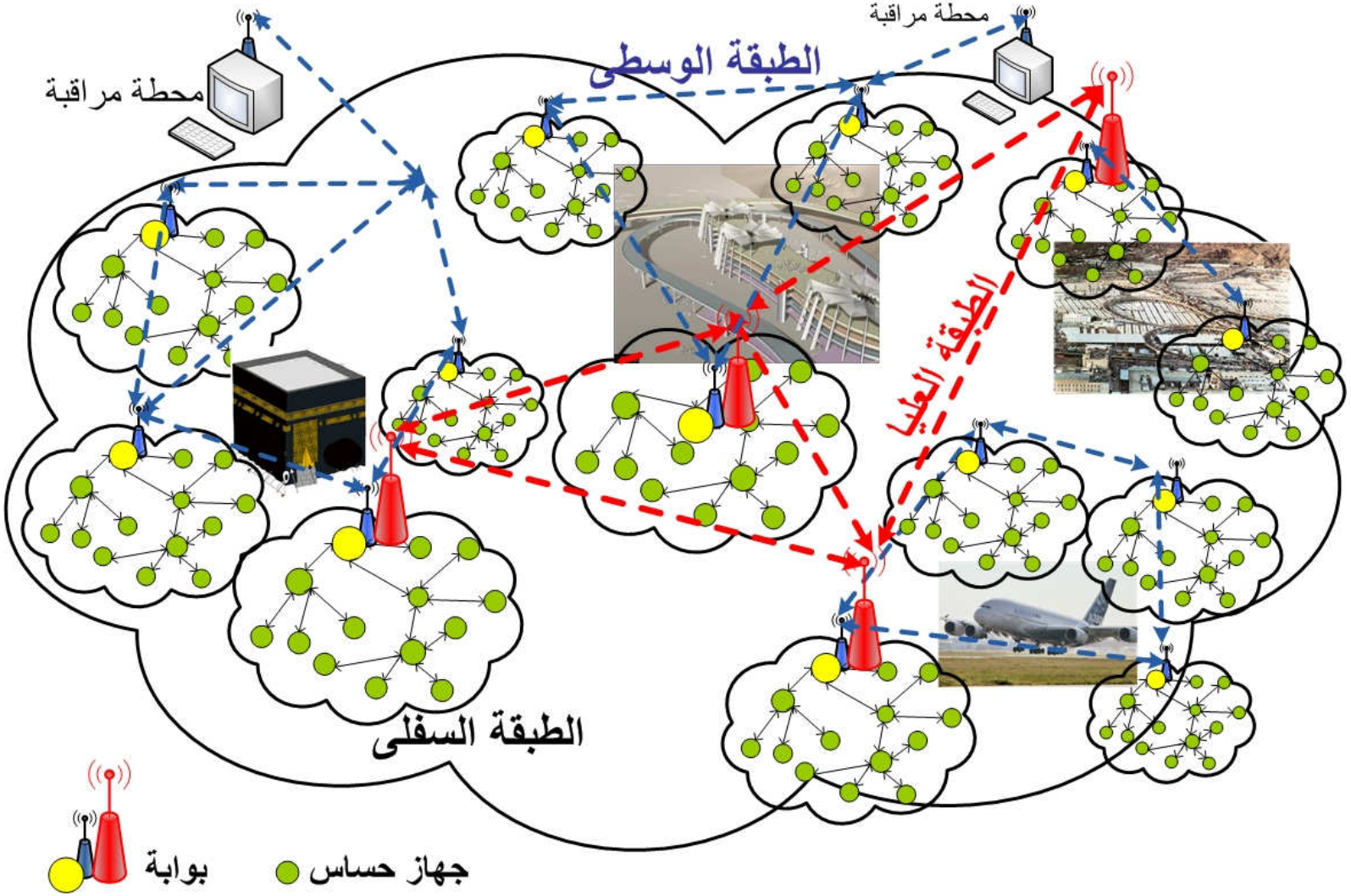
مبادئ تصميم عمارة النظام

- مبدأ "فرق تسد"
- عمارة ذات الثلاث أجزاء بالنسبة لعمارة خدمات النظام
- ثلاث طبقات لعمارة البنية التحتية للنظام
- بروتوكولات وطرق آليات إرسال خاصة
- الوسائط البرمجية
- تكرار الخدمة
- خوارزميات التشفير

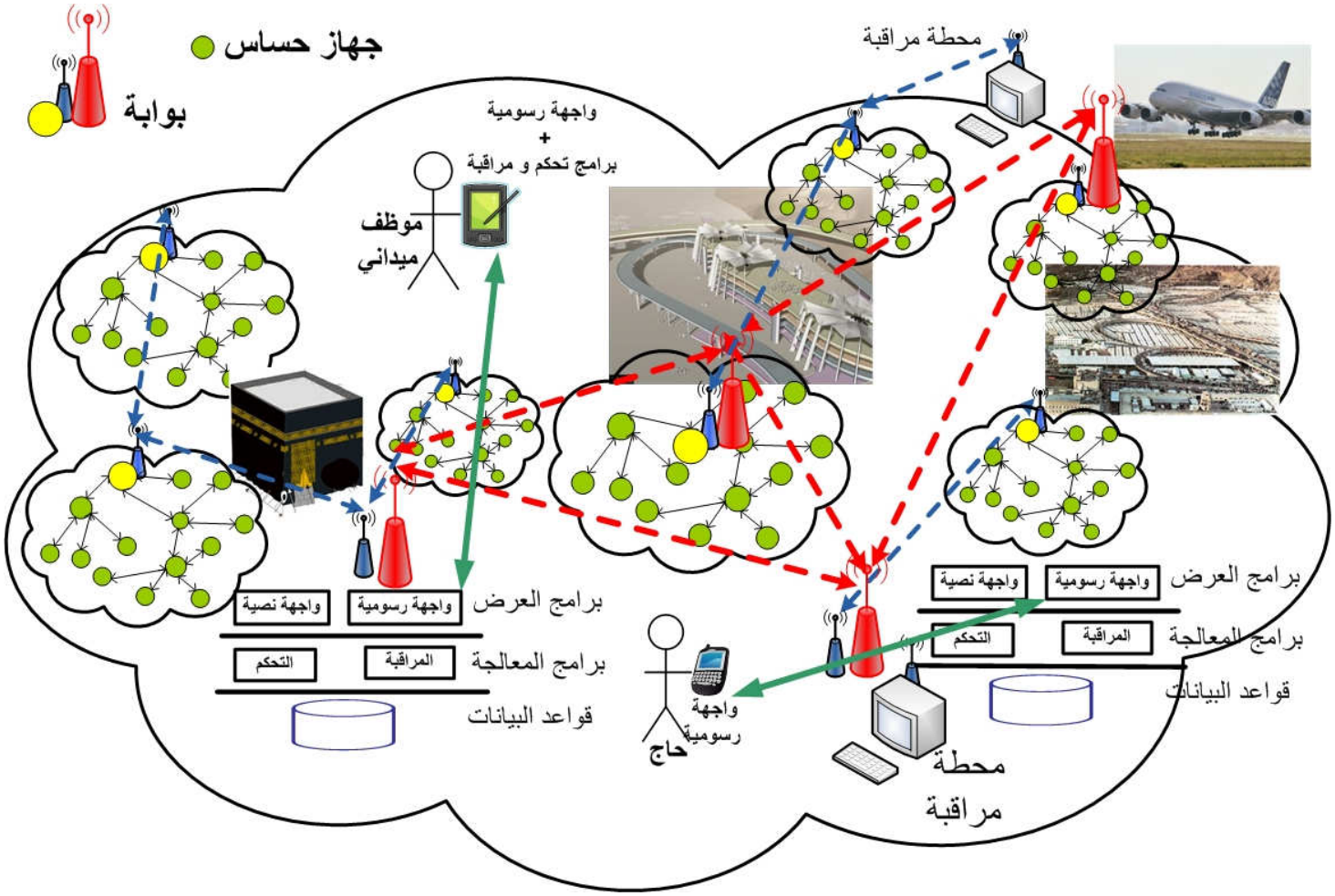
مكونات النظام

الكائن	المهمة	التقنية	الموقع
حساسات–عامة	التقاط الحوادث على اختلاف أنواعها	تقنية زيجبي	في المشاعر وعند الحجاج
حساس–كاميرات و شاشات عرض	التقاط الصور الفورية والتحليل الجزئي لها	تقنية زيجبي وتقنيات الذكاء الاصطناعي	في جسر الجمرات ومداخل الحرم والطرق والأماكن التي يكون الازدحام فيها محتملا
مراكز استقبال وبث مختصة	استقبال البيانات والمراقبة والتحكم حسب	تقنية واي فاي	في مراكز التفويج والإرشاد
جهاز جوال الحاج	الوصول للخدمات الخاصة بالحاج كالإرشاد والفتوى وغيرها	تقنية الجي أس أم	مع كل حاج
محطات لاسلكية ثابتة ومتنقلة	نقل المعطيات وتحليلها	تقنية الواي ماكس	في المشاعر
جهاز عرض وتحكم	المراقبة والتحكم عن بعد ميدانيا	تقنية واي فاي تقنية الواي ماكس	مع موظفي الخدمات الميدانية للحج

عمارة البنية التحتية



عمارة الخدمات



وختاما

- فكرة تصميم وإنجاز هذا النظام واعدة ومرشحة في أن
  - تمثل حلاّ فعالا للعديد من مشاكل التي تُواجَه في موسم الحج
  - قليلة الكلفة
  - مرنة وقابلة للتطوير
- من التحديات التي تواجه التنفيذ الفعلي والعملي
  - صعوبة تصميم آليات تدعم التنظيم الذاتي لشبكة الحسّاسات في حالة تلف بعض الأجهزة أو إضافة أجهزة جديدة
  - ضرورة تطوير اتفاقيات خاصة تأخذ بعين الاعتبار عقبات محدودية الموارد لأجهزة الحسّاسات اللاسلكية
  - ...