تخفيض استهلاك الطاقة أثناء استخدام تطبيقات الخدمات المعتمدة على الموقع في الهواتف المحمولة

طالب الدكتوراه: م. صهيب علوان **الدكتور المشرف: د.م بسيم عمران**

الملخص

تتأثر الخدمات المعتمدة على الموقع بشكلٍ عام، وفي الهواتف المحمولة بشكلٍ خاص بمجموعة من العوامل وهي التوافر وسرعة الاستجابة والدقة واستهلاك الطاقة. تحدد هذه البارامترات الأربعة جودة تطبيقات الخدمات المعتمدة على الموقع، وبما أن هذا النوع من التطبيقات موجه لأجهزة الطاقة المنخفضة التي تعمل بالبطارية، يعتبر بارامتر استهلاك الطاقة هو الأكثر أهمية في تحديد جودة التطبيق. يقدم هذا البحث دراسة لبارامتر استهلاك الطاقة في تطبيقات الخدمات المعتمدة على الموقع باختلاف مزودات الموقع المتوفرة ضمن الهاتف المحمول، حيث طُورت التطبيقات باستخدام بيئة Xamarin، وتمت المحاكاة على هاتف حقيقي. تبين النتائج التي تم الحصول عليها ضمن هذا البحث تأثير اختيار مزود الموقع على استهلاك الطاقة في الهاتف المحمول، كما تم تنفيذ مجموعة من المقترحات التي تساهم من زيادة فعالية استهلاك الطاقة في مثل هذا النوع من التطبيقات.

الكلمات المفتاحية: الخدمات المعتمدة على الموقع – الهواتف المحمولة – بيئة Xamarin – استهلاك الطاقة.

1- مقدمة:

هناك عدة عوامل أساسية تؤثر على جودة الخدمات المعتمدة على الموقع، بما فيها التوافر Availability ، الدقة Accuracy ، سرعة الاستجابة Response Speed واستهلاك الطاقة Power Consumption. في هذا البحث تم التركيز على البارامتر الأكثر أهمية وهو استهلاك الطاقة وكذلك تأثير اختيار مزود/مزودات الموقع، حيث تم تطوير التطبيقات باستخدام Xamarin.Forms ضمن بيئة Visual Studio 2017 ، وتمت عملية المحاكاة على جهاز أندرويد حقيقي، وذلك لضمان الحصول على نتائج واقعية وصحيحة من خلال اختبار التطبيقات المطورة على جهاز يعمل بنظام الأندرويد.

2- مزودات الموقع في نظام الأندرويد :

يوفر نظام أندرويد ثلاث مزودات موقع، يمكن استخدامها بشكل منفصل أو استخدامها مجتمعةً[1][20]، وهي:

1. نظام تحديد المواقع العالمي GPS: طور هذا النظام من قبل وزارة الدفاع الأمريكية ويتكون من جزء المستخدم (مستقبل إشارة القمر الصناعي) والجزء الفضائي (الأقمار الصناعية) وجزء التحكم (محطات أرضية توفر بيانات للتصحيح).
2. مزود الموقع من الشبكة Network: يقوم مزود الموقع من الشبكة بتحديد الموقع بناءً على توفر البرج الخليوي.
3. مزود الموقع المجهول Passive: وهو موفر موقع خاص لتلقي المواقع دون أن يقوم فعليًا بطلب الموقع. يمكن استخدام هذا الموفر لتلقي تحديثات الموقع بشكلٍ غير فعال وذلك عند طلب التطبيقات أو الخدمات الأخرى دون أن يقوم التطبيق بطلب الموقع بنفسه، وقد يعيد معلومات قديمة نوعاً ما.

3- هدف البحث:

يهدف هذا البحث الى تخفيض استهلاك الطاقة في تطبيقات الخدمات المعتمدة الموقع تبعاً لمزودات الموقع المتوفرة في الهاتف المحمول، وعلى اختلاف المنطقة التي يعمل بها التطبيق(مفتوحة-شبه مفتوحة-مغلقة) وكذلك تقديم مجموعة من الحلول التي أثبتت فعاليتها من خلال الاختبار.

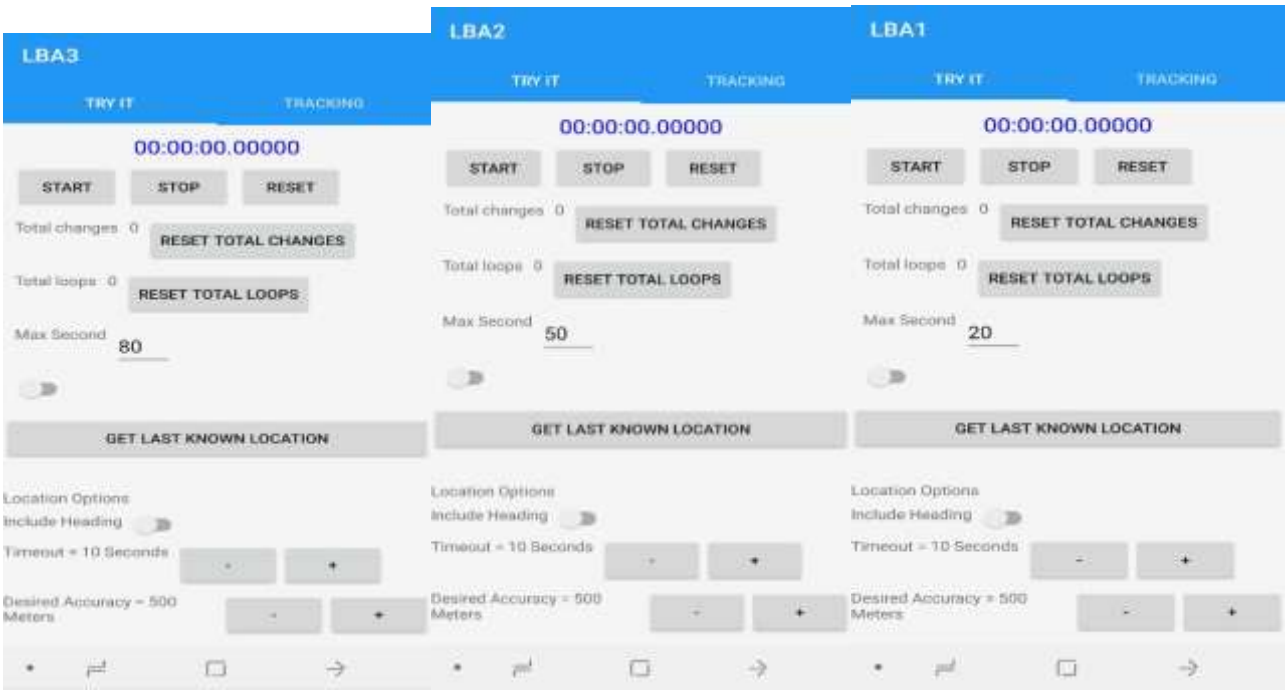
4- مواد وطرق البحث:

تصنف أدوات تطوير تطبيقات الهواتف المحمولة ضمن صنفين رئيسين:

- أدوات التطوير الموجهة لمنصة وحيدة.
- أدوات التطوير الموجهة لأكثر من منصة.

يوجد العديد من بيئات التطوير لتطبيقات الهواتف المحمولة [13][14][15]، لتطوير تطبيقات الاختبار ضمن البحث تم استخدام Xamarin Studio وهو إصدار مخصص من IDE MonoDevelop ، والذي يمكن استخدامه لتطوير تطبيقات Android وiOS (أكثر من منصة)[16]. كان الخيار الأفضل لإجراء الاختبارات هو اختبار التطبيقات على جهاز أندرويد حقيقي كونه يتيح المحاكاة على الهاتف واستخدام كافة الموارد (الشبكة، الاتصال، الكاميرا، حساس GPS وغيرها)، حيث

استخدمنا هاتف Samsung Galaxy A8 2018 بسعة بطارية 3000mA. يبين الشكل (1) بعض التطبيقات المطورة لاختبار أداء مزودات الموقع، حيث يتوفر في التطبيق إمكانية تحديد الفاصل الزمني بالثانية بين تحديثات الموقع في الحقل Max Second، الأمر الذي يسهل الحصول على النتائج لأكثر من فاصل زمني، حيث تم تطوير ثلاث نسخ وضبط الفاصل الزمني 20 و50 و80 ثانية على التوالي للتطبيقات الثلاثة للوقوف على استهلاك الطاقة الحاصل عند عمل التطبيقات مجتمعة وكذلك لدراسة التوفير الحاصل في الطاقة عند تطبيق المقترحات المضمنة في البحث.



الشكل (1) تطبيقات الاختبار المطورة

5- الدراسات السابقة:

استعرض الباحث [2] التأثير الإيجابي للبيانات الخام لنظام الأقمار الصناعية على تحسين الخدمات المعتمدة الموقع في الهواتف المحمولة. توفر الإمكانيات المضمنة في الهواتف المحمولة معلومات تساعد على تحسين معلومات الموقع داخل المباني بالاستفادة من الحساسات الموجودة وكذلك الكاميرا التي يمكنها التعرف على العلامات داخل المباني.

أظهرت النتائج التجريبية التي قدمها الباحث [3] في تقييم دقة الموقع المحدد في الهاتف المحمول أنه بالنسبة للمواقع الثابتة ، في بيئة داخلية ، يكون وضع توفير البطارية هو الأكثر دقة ، بينما في البيئة الخارجية ، يكون وضع الجهاز فقط هو الأكثر دقة ، ووضع الدقة العالية في المرتبة الثانية ، ووضع توفير الطاقة هو الأقل دقة.

أجرى الباحث [4] دراسة قيم من خلالها الدقة في المصادر البديلة للملاحة في الطائرات بدون طيار. بين الباحث من خلال الدراسة أنه عندما تم استخدام الموقع المقدم من الشبكة الخليوية فقط ، لم يتم توفير قياسات للارتفاع ، وكذلك

اقتصرت الدقة الأفقية على 500 متر أو أسوأ. عندما كانت شبكة Wi-Fi متاحة ، كان للسيناريو الحضري دقة أفقية أفضل ولكن دقة رأسية أسوأ. هذا لأنه في المناطق الحضرية ، كان هناك عدد أكبر من نقاط الوصول المتاحة لمنح دقة أفقية أعلى. ومع ذلك ، كانت نقاط الوصول هذه موجودة في طوابق مختلفة من المباني. بالنسبة للبيئات الريفية ، يتوفر الموقع بنسبة معينة بالاعتماد على مزود الموقع من الشبكة الخلوية عندما تتوفر محطتان قاعديتان Base Station أو أكثر. عند توفر نقطة وصول Wi Fi واحدة أو أكثر مسجلة في قاعدة بيانات بصمات الأصابع ، تتوفر قياسات الارتفاع أيضًا. يقلل نظام أندرويد من الدقة الأفقية للبيئات الريفية ، ويقلل من الدقة الرأسية للبيئات الحضرية.

6- استهلاك الطاقة وتأثيره على جودة الخدمات المعتمدة الموقع في أنظمة الأندرويد

عند التعامل مع تطبيقات الهاتف المحمول، وكون الهواتف المحمولة من أجهزة الطاقة المنخفضة (التي تعمل بالبطارية)، يجب أن يؤخذ بارامتر استهلاك الطاقة بعين الاعتبار، بحيث يؤدي التطبيق عمله وبأقل استهلاك ممكن للطاقة، الأمر الذي يعتبر مؤشراً أساسياً على جودة التطبيق. مع تعدد مزودات الموقع في نظام الأندرويد واختلاف استهلاك الطاقة من مزود موقع إلى آخر، أصبح موضوع استهلاك الطاقة في تطبيقات الخدمات المعتمدة على الموقع محط اهتمام الباحثين والشركات المطورة لهذا النوع من التطبيقات على اختلاف توجه التطبيق.

تم تسليط الضوء على استهلاك الطاقة من قبل مزود الموقع ضمن نظام الأندرويد من خلال مجموعة اختبارات تقييمية أجريت من خلال التطبيق LBA1 المصمم خلال البحث، وعلى جهاز حقيقي Samsung Galaxy A8، الأمر الذي يؤكد صحة النتائج التي تم الحصول عليها. يمكن الحصول على النتائج أيضاً من خلال المحاكاة على أحد البرامج وإضافة الأدوات التي تبين استهلاك الطاقة من البرنامج المختبر، ولكن هذا لا يعكس نتائج مضمونة كون البارامتر المختبر هو سعة البطارية. كما تم البدء من شحن بطارية كامل 100% عند بداية كل اختبار.

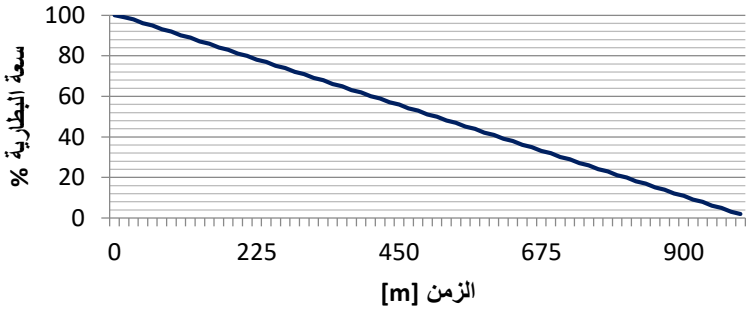
للحصول على نتائج صحيحة قمنا بقياس استهلاك الطاقة الحاصل في الهاتف المحمول المستخدم ضمن البحث (Samsung Galaxy A8) دون اجراء عمليات طلب للموقع كما يبين الشكل (2)، مع الأخذ بالاعتبارات التالية:

- ❖ إضاءة الشاشة بشكلٍ دائم.
- ❖ مستوى سطوع الشاشة متوسط (50%).
- ❖ لا توجد تطبيقات تعمل في الخلفية.
- ❖ يعمل التطبيق المصمم ضمن البحث LBA1 فقط في الواجهة.

من النتائج التي تم الحصول عليها، نجد أنه يتم استهلاك طاقة البطارية خلال 15.33 ساعة كما يوضح الشكل (2)، وذلك عند تشغيل التطبيق من دون إجراء عمليات طلب للموقع، وبالاعتبارات السابقة الذكر.

يختلف استهلاك الطاقة من مزود موقع الى آخر، وذلك بحسب الآلية المعتمدة للحصول على موقع الهاتف المحمول. يحتفظ الهاتف المحمول بقائمة الأبراج الخليوية المرئية له. وبناءً على ذلك، يقوم الهاتف المحمول بتحديد موقعه. وبالتالي، فإن

الطاقة اللازمة لاستخدام مزود الموقع من الشبكة تكاد لا تذكر لأنها تتكون فقط من قراءة البيانات المتوفرة على الجهاز المحلي. تم قياس هذه الطاقة وكانت 20mJ ، كمتوسط لمجموعة متعددة من القراءات [5]. مع العلم أن هذه القيمة قد تختلف من هاتف الى آخر.



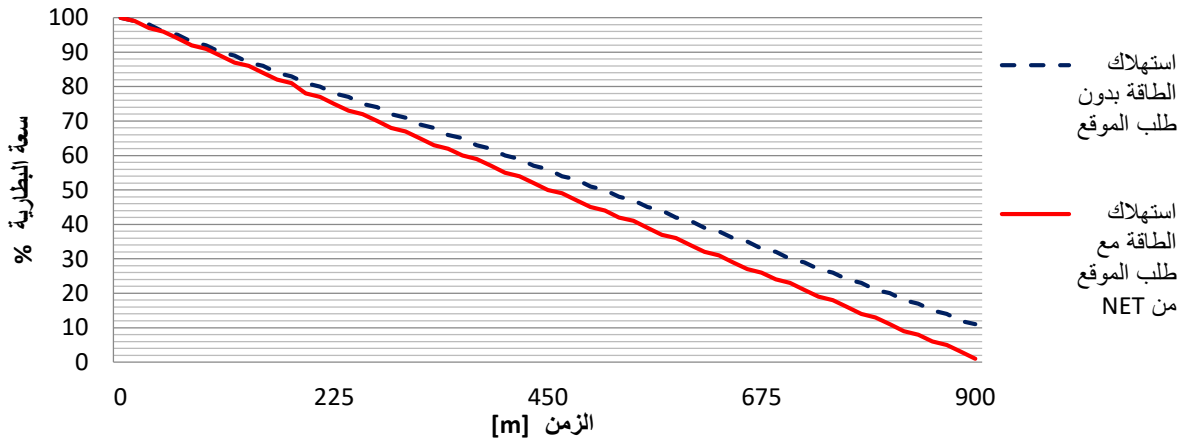
الشكل (2) استهلاك الطاقة بدون إجراء عمليات طلب للموقع

يبين الشكل (3) استهلاك الطاقة في الهاتف المحمول عند طلب الموقع باستخدام مزود الموقع من الشبكة مع مراعاة الاعتبارات السابقة إضافةً إلى:

- ❖ يعمل التطبيق المصمم ضمن البحث LBA1 فقط في الواجهة.
- ❖ يتم إجراء 100 عملية طلب للموقع بالساعة، وذلك بفواصل زمنية مختلفة مع حركة دائمة(يمكن تغيير عدد طلبات الموقع بتعديل التطبيق وضبط العدد المطلوب).

نلاحظ أن الزيادة في استهلاك الطاقة تكاد لا تذكر، كما أن نتائج الاختبار التي حصلنا عليها تبين أن استهلاك الطاقة لا يتغير مع تغير طبيعة المكان الذي يعمل فيه التطبيق، لذلك تم الرسم دون الإشارة الى البيئة التي تم إجراء الاختبارات فيها.

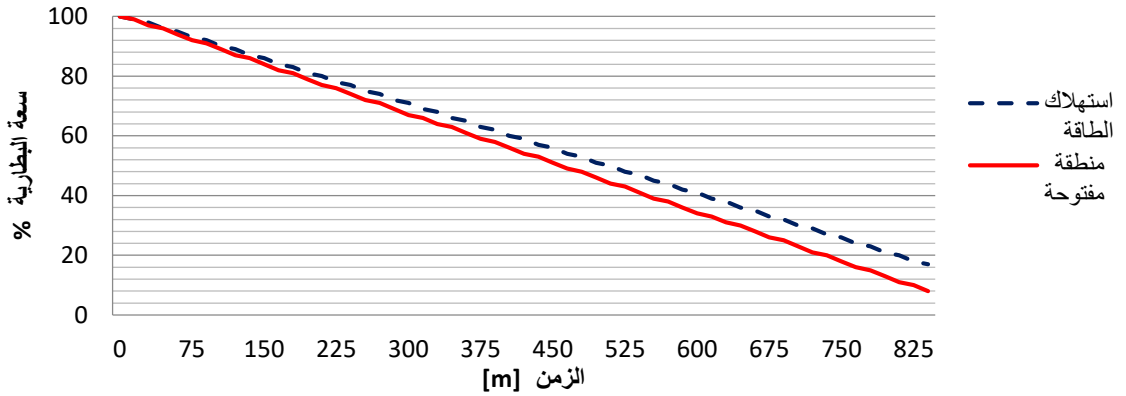
يختلف استهلاك الطاقة ضمن مزود الموقع GPS من حساس الى آخر، وبالتالي من هاتف الى آخر. عموماً يستهلك GPS طاقة أكبر مقارنةً مع مزود الموقع من الشبكة، وذلك بسبب كون الإشارة المستقبلة من القمر الصناعي ضعيفة يتم تضخيمها ومعالجتها بشكلٍ أفضل. على الرغم من استخدام مساعد الحساس العالمي للموقع A-GPS ، لا يزال يستهلك طاقة كبيرة.



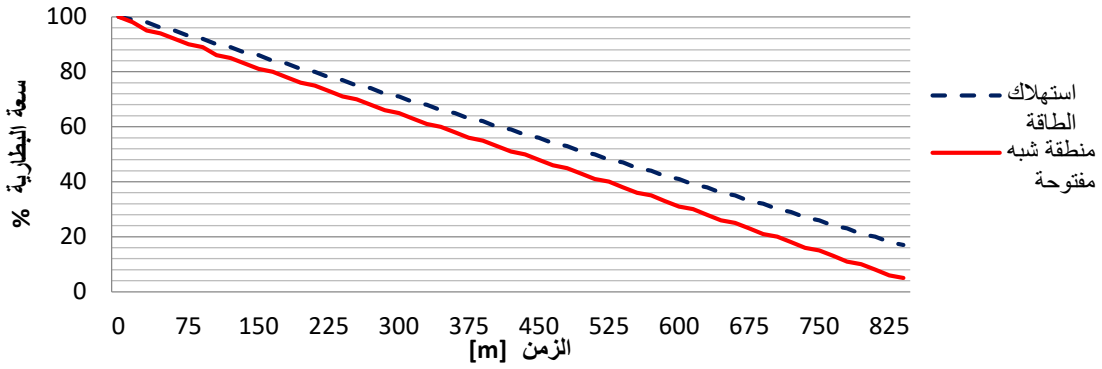
الشكل (3) استهلاك الطاقة مع طلب الموقع باستخدام NET

تبين الأشكال (4 و5 و6) استهلاك الطاقة في الهاتف المحمول عند طلب الموقع باستخدام مزود الموقع GPS، وذلك في منطقة مفتوحة، شبه مفتوحة ومغلقة على التوالي، مع مراعاة الاعتبارات السابقة إضافةً إلى:

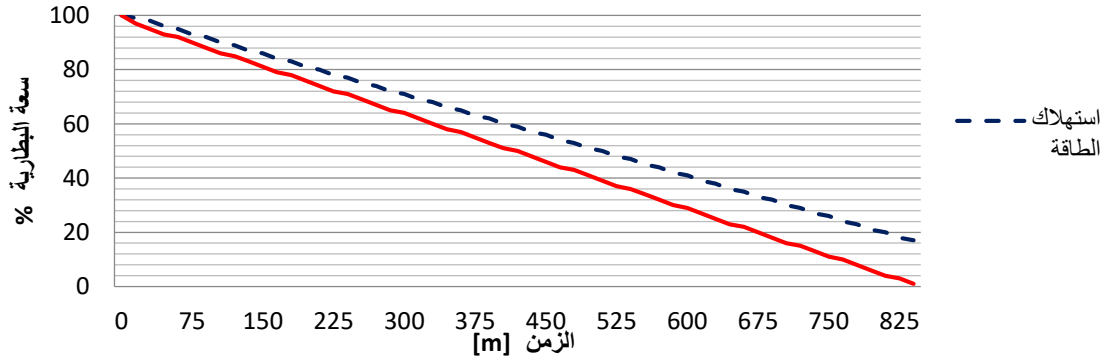
- تعاد الاختبارات لكل منطقة ابتداءً من شحن كامل للهاتف المحمول.



الشكل (4) استهلاك الطاقة في الهاتف المحمول مع طلب الموقع GPS في منطقة مفتوحة



الشكل (5) استهلاك الطاقة في الهاتف المحمول مع طلب الموقع GPS في منطقة شبه مفتوحة



الشكل (6) استهلاك الطاقة في الهاتف المحمول مع طلب الموقع GPS في منطقة مغلقة

يعتبر استهلاك الطاقة العامل الأكثر تأثيراً على الخدمات المعتمدة على الموقع كون هذه الخدمات موجهة الى الأجهزة المحمولة التي تعمل بالبطارية وشكلٍ خاص للهاتف المحمول الذي يحتوي على بطاريات ذات سعة محدودة، ويختلف استهلاك الطاقة من مزود موقع لآخر، وذلك تبعاً للآلية المستخدمة للحصول على الموقع.

بالنسبة لمزود الموقع من الشبكة NET، بينت النتائج أنه الأقل استهلاكاً للطاقة مقارنةً بمزود الموقع GPS، كما تبين أن استهلاك الطاقة لا يتأثر عند تشغيل التطبيق ضمن بيئات مختلفة، كون أن الهاتف يعتمد في تحديد الموقع على الشبكة الخليوية التي يعتبر الهاتف متصلاً بها بشكلٍ دائم.

يستهلك الحساس العالمي للموقع GPS طاقة أكبر من مزود الموقع NET ، الأمر الذي يستنزف طاقة البطارية بسرعة أكبر. كما يتعلق استهلاك الطاقة عند استخدام GPS، بالبيئة التي يعمل بها التطبيق، فيزداد استهلاك الطاقة في المناطق المغلقة. أي يمكن القول بأن استهلاك الطاقة من قبل GPS يتناسب عكسياً مع سرعة الاستجابة.

يبين الجدول (1) الزمن المقدر لاستهلاك طاقة الهاتف المحمول بالكامل (للهاتف المستخدم 3000mA)، وذلك عندما يعمل التطبيق دون إجراء عمليات طلب للموقع، وعندما يتم إجراء عمليات طلب للموقع بمعدل 100 عملية بالساعة.

الجدول (1) الزمن المقدر لاستهلاك طاقة البطارية

	استهلاك الطاقة بدون طلب الموقع	NET	GPS		
			منطقة مفتوحة	منطقة شبه مفتوحة	منطقة مغلقة
الزمن (ساعة)	15.33	15.08	15	14.5	14

7- تحسين استهلاك الطاقة في تطبيقات الخدمات المعتمدة على الموقع:

تسعى الشركات المصنعة للهواتف المحمولة الى زيادة سعة البطارية قدر الامكان، ولكنّ هذا الأمر فعّال الى حدٍ معين، وذلك بسبب محددات الحجم. لذلك يكون التوجه الأكبر الى زيادة فعالية استهلاك الطاقة في الهاتف المحمول. عند الحديث عن تطبيقات الخدمات المعتمدة على الموقع LBAs تظهر العديد من المشاكل التي من شأنها استنزاف طاقة البطارية بسرعة أكبر، مما يقتضي إيجاد حلول لهذه المشاكل تحد من استهلاك بطارية الهاتف المحمول، وبالتالي زيادة جودة الخدمة المعتمدة على الموقع.

7-1 توصيف المشاكل المتعلقة باستهلاك الطاقة في تطبيقات الخدمات المعتمدة على الموقع:

7-1-1 الآليات المتعددة للحصول على الموقع:

تدعم الهواتف المحمولة في هذه الأيام آليات متعددة للحصول على الموقع، أو ما يسمى مزود الموقع. يدعم نظام الأندرويد آلية GPS ومزود الموقع من الشبكة Network Provider، وآليات أخرى.

ان تحديد نوع مزود الموقع المستخدم يلعب دوراً أساسياً في التطبيق، فهو يؤثر على التوافر، الدقة، سرعة الاستجابة واستهلاك الطاقة في آنٍ واحد. حيث وضحت الاختبارات التي تم إجراؤها تأثير كلاً من مزود الموقع NET وGPS على هذه البارامترات. بالتالي، استخدام أكثر من مزود للموقع يقدم دقة أكبر ولكن استهلاك أكبر للطاقة.

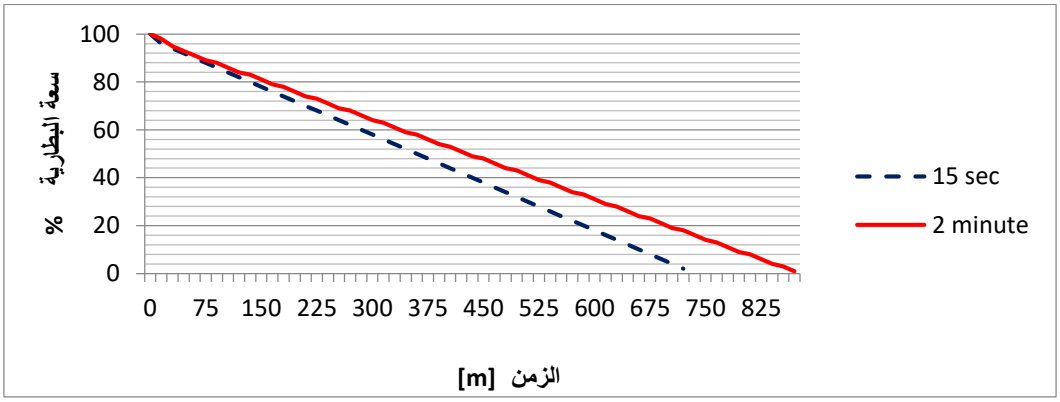
7-1-2 فواصل عمليات الاستشعار عن الموقع:

في معظم الهواتف المحمولة، تسمح التطبيقات بتقسيم عملية تحسس الموقع وفق شروط معتمدة على الفواصل الزمنية وفواصل المسافة. مما يوصلنا الى امكانية تخفيض استهلاك الطاقة باستخدام فواصل أكبر. لا شك أن فواصل زمنية أكبر بين عمليات الاستشعار عن الموقع تعني طلبات أقل للموقع، وبالتالي استهلاك أقل للطاقة. ولكن يجدر الاشارة الى أن فترة طويلة بين عمليات تحسس الموقع قد تؤدي الى ضعف في الدقة، خصوصاً في تطبيقات التوجيه. لذلك يجب أن تدرس عملية زيادة الفاصل الزمني بين تحديثات الموقع بحيث لا تؤثر سلباً على أداء التطبيق.

للوقوف على تأثير القاصل الزمني بين طلبات الموقع قمنا بتطوير التطبيق LBA1 لنتيح إمكانية تغيير الفاصل الزمني بين عمليات طلب الموقع.

يبين الشكل (7) استهلاك الطاقة الحاصل في الهاتف المحمول، وذلك عندما تتم عملية طلب الموقع بفاصل زمني 15 ثانية، وكذلك بفاصل دقيقتين. حيث نلاحظ ان طاقة البطارية تستهلك خلال عندما كان الفاصل الزمني بين تحديثات الموقع 15 ثانية، وخلال عندما يصبح الفاصل الزمني بين التحديثات دقيقتين.

بالتالي في بعض الحالات، ولاسيما عندما يكون مستوى البطارية منخفض يمكن لتطبيقات LBAs زيادة الفواصل في التحسس.



الشكل (7) استهلاك الطاقة عند تغير الفاصل الزمني

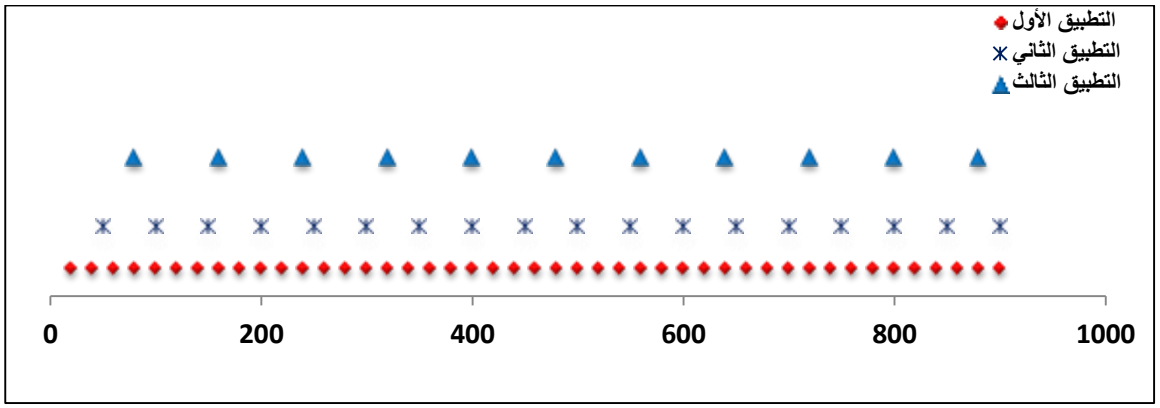
7-1-3 تعدد تطبيقات الخدمات المعتمدة على الموقع:

يزداد استهلاك الطاقة من قبل مزود الموقع مع ازدياد عدد التطبيقات التي تطلب الحصول على الموقع (نظام أندرويد على سبيل المثال متعدد المهام)، فوجود أكثر من تطبيق يعمل في نفس الوقت يقودنا الى عمليات طلب أكثر للموقع نتيجة غياب التزامن، وبالتالي استهلاك أكبر للطاقة ولقدرات الهاتف المحمول. بغض النظر عن التطبيق الذي

يعمل في الواجهة، قد تكون هناك تطبيقات أخرى تعمل في الخلفية وتجري عمليات طلب للموقع، عندما تعمل عدة تطبيقات LBAs معاً، ويطلب كلاً منها عملية تحديد الموقع بشكل مستقل، ولا يتم التنسيق فيما بينها. يؤدي هذا الأمر الى عمليات تحسس زائدة.

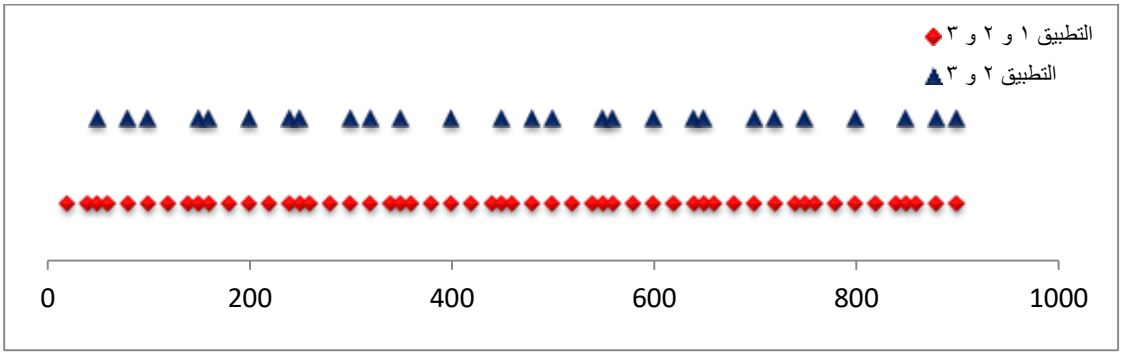
تم إنشاء ثلاث تطبيقات يقوم فيها التطبيق الأول بطلب تحديث الموقع بفاصل 20 ثانية، والتطبيق الثاني بفاصل 50 ثانية، والتطبيق الثالث بفاصل 80 ثانية. سيعمل تطبيق واحد في الواجهة ولكن التطبيقات التي ستعمل في الخلفية تقوم بإجراء عمليات طلب للموقع (في الاصدارات الحديثة من نظام التشغيل أندرويد أصبح بالإمكان تشغيل أكثر من تطبيق في الواجهة).

يظهر الشكل (8) عدد مرات طلب الموقع التي يتم إجراؤها عندما يعمل كل تطبيق بشكل منفصل لمدة 15 دقيقة، حيث نلاحظ أن التطبيق الأول أجرى 45 عملية طلب للموقع، بينما أجرى التطبيقان الثاني والثالث 18 و11 عملية طلب للموقع على التوالي.



الشكل (8) فواصل عمليات استشعار الموقع لكل تطبيق على حدى[s]

ولكن قد يحتاج المستخدم الى تشغيل أكثر من تطبيق في الوقت نفسه، مما يعني عمليات طلب أكثر للموقع، الأمر الذي يضاعف من استهلاك الطاقة. يظهر في الشكل (9) عدد عمليات طلب الموقع عندما يعمل التطبيقان 1 و2 معاً، وعندما تعمل التطبيقات الثلاثة بوقت واحد. وذلك بافتراض أن التطبيقات تبدأ في الوقت نفسه. يبين الشكل 21 أن التطبيقات 2 و3 عندما عملت معاً تم إجراء 27 عملية طلب للموقع، وكذلك عندما عملت التطبيقات الثلاثة تم إجراء 54 عملية طلب للموقع.



الشكل (9) عمليات الاستشعار عن الموقع عندما تعمل عدة تطبيقات معاً [s]

7-1-4 الاستخدام الساكن لآليات تحسس الموقع:

في أماكن محددة (داخل المباني مثلاً)، أو إذا كانت الهواتف ثابتة فإنه من غير العملي القيام بعملية تحديث الموقع، الأمر الذي من شأنه هدر إضافي في طاقة البطارية. فقد يبقى الهاتف ثابتاً لفترات طويلة كالتوقف عند استراحة سفر على سبيل المثال، أو لفترات قصيرة كالوقوف على إشارة المرور لبضعة دقائق. في كلتا الحالتين عملية طلب الموقع لا فائدة منها كون أن الهاتف ساكناً ولا يتغير موقع المستخدم.

عند الحديث عن تطبيقات الخدمات المعتمدة على الموقع في الهواتف المحمولة، تظهر العديد من المشاكل المتعلقة باستهلاك الطاقة:

- إن استخدام أكثر من مزود موقع يضمن عملية الحصول على موقع المستخدم، ولكن هذا الأمر يؤدي الى استهلاك أكبر في طاقة البطارية. كما أن إجراء طلبات الموقع بفواصل زمنية أقل يؤدي الى الحصول على دقة عالية، ولكن مع استهلاك أكبر للطاقة.
- يحصل الاستهلاك الأكبر للطاقة عندما يقوم أكثر من تطبيق بطلب الموقع، بالتالي تعدد التطبيقات المعتمدة على الموقع والتي تعمل معاً يؤدي الى زيادة عدد طلبات الموقع بشكلٍ كبير.
- إجراء تحديثات الموقع أثناء توقف المستخدم عن الحركة أمر غير مجدي، بل يستنزف طاقة البطارية دون تقديم الفائدة.

7-2 مقترحات تحسين استهلاك الطاقة في تطبيقات الخدمات المعتمدة على الموقع:

بينت المشاكل المعروضة في المقطع السابق أن استخدام أكثر من تطبيق يطلب الموقع يؤدي الى عمليات أكثر لطلب الموقع، وبالتالي استهلاك أسرع لطاقة البطارية. كما أن إجراء عملية طلب الموقع بدون الحركة هو أمر لا جدوى منه، حيث يجب إيقاف عمليات الاستشعار عن الموقع في حالة السكون. نعرض في هذا المقطع المقترحات التي تم تنفيذها للحد من عمليات طلب الموقع، ونعرض النتائج التي تبين فعالية هذه المقترحات ومقدار التوفير الحاصل في استهلاك الطاقة.

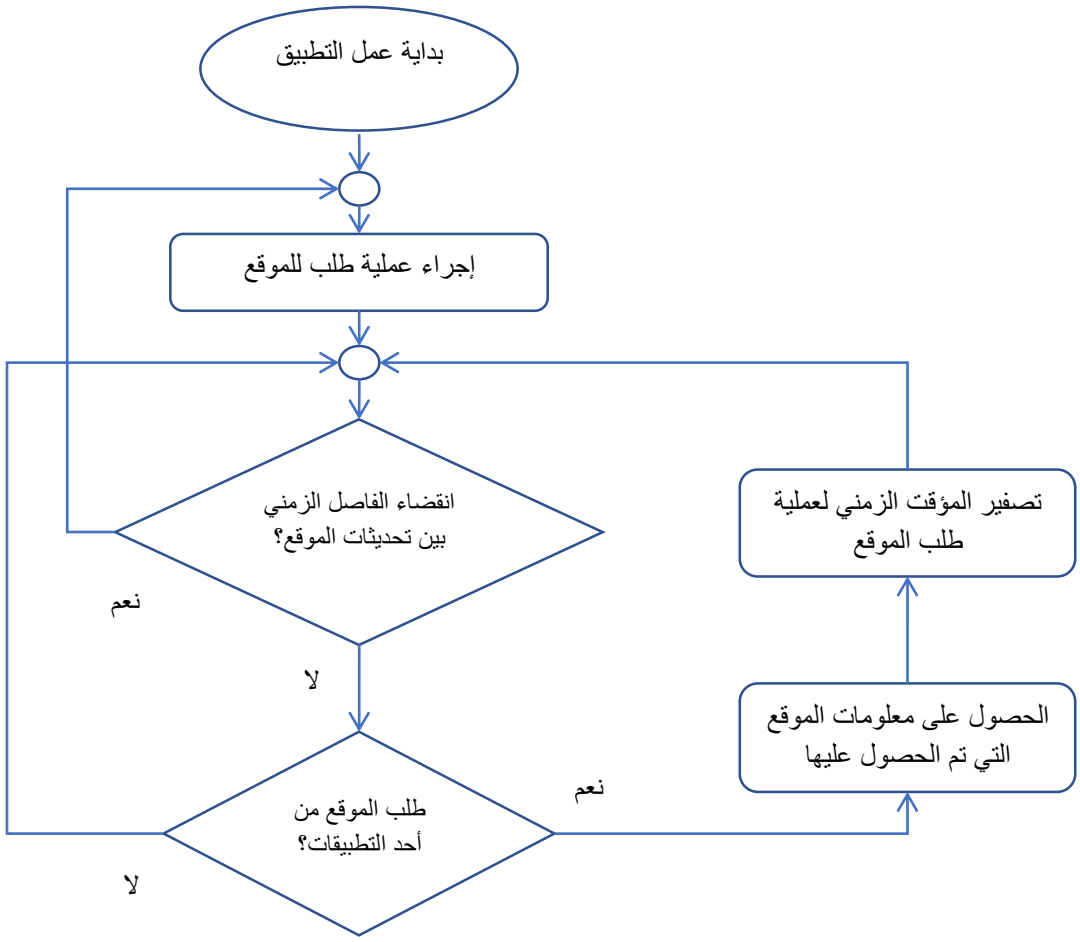
7-2-1 مزامنة عمليات طلب الموقع :

كما أسلفنا بالذكر، إن نظام الأندرويد متعدد المهام، وبالتالي يمكن تشغيل أكثر من تطبيق بنفس الوقت. عندما يعمل أكثر من تطبيق خدمات معتمدة على الموقع بنفس الوقت، ويتم طلب تحديثات الموقع بفواصل زمنية مختلفة، يؤدي هذا الأمر الى زيادة عدد طلبات الموقع واستنزاف طاقة البطارية بسرعة أكبر. نقترح في هذا البحث مزامنة عمليات طلب الموقع للتطبيقات التي تعمل في نفس الوقت، وذلك بالرغم من أن كل تطبيق من هذه التطبيقات يطلب الموقع بفاصل زمني مختلف.

يحتفظ نظام الأندرويد بآخر إحداثيات تم الحصول عليها للموقع، وبالتالي يمكن للتطبيق أن يفحص تغير هذه القيمة بشكلٍ دوري وبالتالي الحصول على معلومات الموقع عندما يقوم أي من التطبيقات العاملة بطلبها. بالتالي كل تطبيق يقوم بطلب

الموقع في بداية شغيله، ومن ثم يفحص تغير قيمة الموقع دورياً، وفي حال لم يقم أي تطبيق آخر بطلب الموقع، وانقضاء الفاصل الزمني المطلوب لتحديث الموقع، يقوم التطبيق عندها بإجراء عملية طلب للموقع. وتستفيد باقي التطبيقات من معلومات الموقع التي حصل عليها التطبيق.

يبين الشكل (10) خوارزمية عمل التطبيقات المتزامنة في طلب الموقع.



الشكل (10) خوارزمية طلب الموقع في التطبيق المتزامن

للوقوف على التحسين الذي قدمته عملية المزامنة بين التطبيقات التي تطلب الموقع قمنا بتشغيل التطبيقات الثلاثة (تم تسميتها Test1 وTest2 وTest3) وتم ضبط الفاصل الزمني لكل منها كما يوضح الجدول (2) وتم الاختبار لمدة 30 دقيقة.

الجدول (2) نتائج الاختبار لمدة 30 دقيقة للتطبيقات الثلاثة

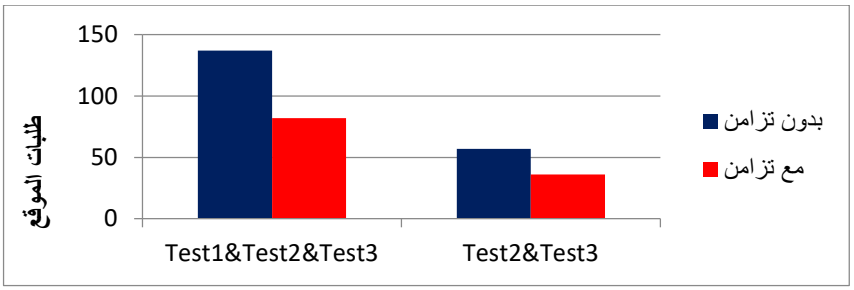
التطبيقات	الفاصل الزمني بين التحديثات [sec]	العدد المتوقع لطلبات الموقع	عدد طلبات الموقع التي أجراها التطبيق
Test1	20	80	80
Test2	50	35	1
Test3	80	22	1

يبين الجدول (3) النتائج التي تم الحصول عليها عند تشغيل تطبيقين:

الجدول (3) نتائج الاختبار لمدة 30 دقيقة عند تشغيل تطبيقين

التطبيقات	الفاصل الزمني بين التحديثات [sec]	العدد المتوقع لطلبات الموقع	عدد طلبات الموقع التي أجراها التطبيق
Test2	50	35	35
Test3	80	22	1

يبين الشكل (11) التقليل الحاصل في طلبات الموقع عند تفعيل التزامن للاختبارات التي تم إجراؤها لتطبيقات الخدمات المعتمدة على الموقع:



الشكل (11) عدد طلبات الموقع عند تزامن عمل التطبيقات

إن مزامنة عمليات طلب الموقع بين تطبيقات الخدمات المعتمدة على الموقع LBAs المتعددة يؤدي الى تخفيض عدد طلبات الموقع من خلال الاستفادة من تحديث الموقع من قبل أحد التطبيقات في التطبيقات الأخرى.

7-2-2 استخدام الحساسات الثانوية لزيادة فعالية طلب الموقع :

مع تعدد العناصر المتوفرة في الهواتف المحمولة، كحساس التقارب Proximity sensor وحساس التسارع Accelerometer ومحول الشبكة اللاسلكية والبلوتوث والكاميرا وغيرها. استخدم العديد من المطورين طرق أخرى لتحديد

الموقع باستخدام بعض العناصر المذكورة سابقاً. وذلك بغرض تحديد أدق للموقع داخل المباني Indoor (حيث تنخفض دقة GPS)، أو بهدف التقليل من استهلاك الطاقة الحاصل عند استخدام GPS.

كما أسلفنا بالذكر أن طلب تحديث الموقع أثناء ثبات الهاتف المحمول أمر غير مجدي، لأننا سنحصل على معلومات مطابقة تقريباً للمعلومات القديمة. بل من شأنه إهدار طاقة الهاتف المحمول، فالمستخدم قابل للوقوف المتكرر، ولفترات زمنية مختلفة. إن إيقاف عمليات طلب تحديثات الموقع أثناء ثبات الهاتف المحمول (المستخدم) يقلل من عدد مرات طلب الموقع وبالتالي يوفر بشكلٍ كبير من استهلاك طاقة البطارية.

لكي نستدل على سكون المستخدم وتوقفه عن الحركة، اقترحنا استخدام حساس التسارع Accelerometer ، والذي يفيد باتجاه وحركة الهاتف المحمول (التدوير التلقائي للشاشة على سبيل المثال).

الجدول (4) نتائج الاختبار مع إيقاف طلب الموقع عند السكون

التطبيقات	الفاصل الزمني بين التحديثات [sec]	مدة الاختبار [m]	العدد المتوقع لطلبات الموقع	عدد طلبات الموقع التي أجراها التطبيق
المشي	20	20	56	55
الحافلة	20	20	56	50
شخص متوقف	20	20	56	12

تم إضافة خيار إيقاف عمليات تحديث الموقع للتطبيق المستخدم أثناء توقف المستخدم (الهاتف المحمول) عن الحركة، وذلك لإجراء الاختبارات.

يبين الجدول (4) النتائج التي تم الحصول عليها عند تفعيل إيقاف تحديثات الموقع عند التوقف عن الحركة، علماً أن النتيجة تختلف بحسب تنقل المستخدم. أجرينا الاختبار عند التنقل مشياً أو بالحافلة أو عند كون الشخص متوقفاً(مع الأخذ بعين الاعتبار شلوك الشخص المتوقف). نلاحظ أن التوقف عن طلب الموقع عند سكون المستخدم (الهاتف المحمول) ينقص عدد طلبات الموقع بشكلٍ ملحوظ، خصوصاً إذا توقف المستخدم عن الحركة بشكل متكرر.

8- النتيجة:

هناك مجموعة من العوامل التي تؤدي الى زيادة استهلاك الطاقة بشكلٍ أكبر، أو تؤدي الى الاستهلاك السلبي لطاقة البطارية، كتعدد تطبيقات الخدمات المعتمدة على الموقع، أو الاستمرار بطلب الموقع على الرقم من توقف المستخدم عن الحركة(الاستخدام الساكن).

في هذا البحث تم اقتراح مزامنة عمليات طلب الموقع بين تطبيقات الخدمات المعتمدة على الموقع المتعددة، وبينت نتائج الاختبار التوفير الكبير في طاقة البطارية من خلال تقليل عدد طلبات الموقع، حيث تستفيد جميع تطبيقات الموقع من معلومات الموقع التي يحصل عليها أياً من التطبيقات.

كذلك تم اقتراح إيقاف تحديثات الموقع في الحالات التي يتوقف فيها المستخدم عن الحركة، وبينت النتائج أن استخدام حساس التسارع لكشف حركة المستخدم، يمكن استخدامه لكشف الأوقات التي يتوقف فيها المستخدم عن الحركة، وإيقاف عمليات طلب الموقع خلال هذه الفترات، الأمر الذي يؤدي الى توفير استهلاك الطاقة.

9- التوصيات والآفاق المستقبلية:

9-1- بما أن مزود الموقع GPS ينخفض أداؤه داخل البيئات المغلقة، تشكل تقنيات تحديد الموقع البديلة حلاً جيداً لهذه الحالات. جميع الاشارات التي تتوفر في محيط البيئة التي يعمل بها التطبيق كالإشارات اللاسلكية والبلوتوث وغيرها[11][21]، يمكن الاستفادة منها لتخمين موقع المستخدم.

9-2- يمكن أيضاً تحسين عملية الكشف عن حركة المستخدم باستخدام الحساسات المتوفرة في الهاتف المحمول كحساس التقارب وحساس التسارع، حيث أن المقترح الذي تم تقديمه في هذا البحث يعتبر فعالاً عند التوقف التام للمستخدم عن الحركة.

9-3- أحد أهم المقترحات التي يوصى بدراستها، هو إمكانية التنبؤ بموقع المستخدم من خلال القيم التي يعطيها حساس التسارع Accelerometer ، حيث أنه عند تحديد الموقع باستخدام GPS على سبيل المثال، يمكن الاستفادة من آخر قيمة للموقع بالإضافة الى القيم التي يعطيها حساس التسارع – من الممكن الاستفادة من إشارات أخرى- للتنبؤ بموقع الهاتف المحمول بعد تحرك المستخدم باتجاهات وسرعات مختلفة.

المراجع

[1]- Google, 2018. Android and Location Tracking.

[2]- T. Oikonomidis & K. Fouskas, 2019. A Literature Review of Smartphone

Geolocation Technologies, Springer.

[3]- J. Liu & C. Lin, 2018. Accuracy Evaluation of Location Service Modes on Mobile Devices, MYU Tokyo.

[4]- D. Lee & F. Nedelkov & D. Akos, 2022. Assessment of Android Network Positioning as an Alternative Source of Navigation for Drone Operations, MDPI.

[5]- P.Putra,V.Pranatawijaya,N.Sari, 2020 . IMPLEMENTASI LOCATION BASED SERVICE PADA APLIKASI MOBILE PENYAJIAN RUANG UJIAN , JSI.

[6]- D.Pankti , J.Pooja ,S.Abhishek . 2014 , Location Based Services and Integration of Google Maps in Android , IJECS.

[7]- V.Seema , K.Unmesh , S.Ganesh , P.Pradnyesh . 2014 , Location Based Services on Smart Phone through the Android Application , IJARCCE.

[8]- W.Nilima , K.Pravindra , M.Dheeraj ,V.Avinash . 2014 ,Android Location based Services , IJARCCE.

[9]- M.Fathima , A.George . 2015 , CRBS-An Architecture for Accessing Location Based Services (LBS) in Cloud , IJFMA.

[10]- S.Balasubramanyam , K.Navin . 2015 , Commodity Based LBS in Google Maps In Android , IJLCA.

[11]- Z.Han,J.Hao,L.Yiwen,Z.Jianjie,L.Xiaoxuan,X.Lihua . 2016 , BlueDetect: An iBeacon-Enabled Scheme for Accurate and Energy-Efficient Indoor-Outdoor Detection and Seamless Location-Based Service , MDPI.

[12]- E. Ignacio. 2021 , Implementation of an Android Mobile Location-Based Service Application for General Auto Repair Shops , IJMABER.

[13]- J.SHAN , 2016 . Comparison of Native, Cross-Platform and Hyper Mobile Development Tools Approaches for iOS and Android Mobile Applications , University of Gothenburg , Sweden.

[14]- T.Volkan,E.Senol , 2016 .Comparison of Popular Cross-Platform Mobile Application Development Tools, ResearchGate.

[15]- M.Eric , 2018 . Exercising Efficiently with an Equipment Ticketing Mobile Application , University of Akron , Ohio-USA.

[16]- B.Austin , 2018 . Xamarin Forms vs Native Platform Development , Olivet Nazarene University.

[17]- T.Szu-Yuan,W.Che-Yen , 2017 . A Study on Common Android Emulators and Anti-Forensic Message-Hiding Applications ,Forensic Science Journal.

[18]- tutorialspoint . 2016 , Operating System , Tutorials Point.

[19]- L.Wei-Meng .2012 , Android 4 Application Development , John Wiley & Sons.

[20]-Hassan A. Karimi ,2013."ADVANCED LOCATION-BASED TECHNOLOGIES AND SERVICES" ,Taylor & Francis.

[21]- M.Daudov, Z.Gavrilova,V.Kudashkin. 2021 , Liable Bluetooth tracking technology for enhancement of location-based services, IOP Science and Engineering.

Reducing Energy Consumption during Use Location-Based Services Applications on Mobile Phones

Abstract

Location-based services in general, and mobile phones in particular, are affected by a combination of factors, namely availability, response speed, accuracy, and power consumption. These four parameters determine the quality of location-based service applications, and since this type of application is intended for low-power (battery-powered) devices, the power consumption parameter is the most important in determining the quality of the application. This research presents a study of the energy consumption parameter in the applications of location-based services on different location providers available within the mobile phone, where the applications were developed using the Xamarin environment, and were simulated on a real phone. The results obtained within this research show the effect of choosing the location provider on the energy consumption of the mobile phone, and a set of proposals have been implemented that contribute to increasing the efficiency of energy consumption in this type of application.

Key words: Location-Based Services – Mobile phones – Xamarin – Power Consumption.