بيانات الهاتف المحمول كأحد مداخل قياس تدفقات الحركة للأفراد بين النظرية والتطبيق

م.م.ندا عبدالرؤوف- مدرس مساعد بقسم الهندسة المعمارية –كلية الهندسة – جامعة القاهرة

– أ.د.محمد البرملجى- أستاذ متفرغ – قسم عمارة- كلية الهندسة – جامعة القاهرة

أ.د.طارق ابو العطا – أستاذ متفرغ – قسم عمارة- كلية الهندسة – جامعة القاهرة

أ.د.أسماء ابراهيم – أستاذ تخطيط - بقسم الهندسة المعمارية –كلية الهندسة – جامعة القاهرة

الملخص

السنوات القليلة الماضية كان للهواتف المحمولة تأثير كبير على السلوك الاجتماعى والحياة الاجتماعية وطرق العمل واستخدام الفراغ وأصبح التفاعل مع البيئة العمرانية أكثر تعقيدا ويتطلب معلومات جديدة لفهم تطورها وتعد التقنيات التكنولوجية المعتمدة على بيانات الهواتف المحمولة مصدر دقيق للمعلومات خاصة المعلومات المرتبطة بتحديد مواقع كثافة النشاط للفرد والحاجة المتزايدة لجمع بيانات التنقل للأفراد على المدى الزمنى الطويل للأستفادة بها فى مجالات التخطيط العمرانى ودراسة تأثير تلك التدفقات على الخدمات والمراكز الخدمية و لذلك لجأت بعض الدراسات الى مبدأ التوطين الغير مباشر الذى يستند إلى بيانات شبكة الهاتف المحمول التى يتم تسجيلها تلقائيا لأغراض فنية أو للفواتير ويقدم ميزة الوصول إلى المستخدمين بدرجة كبيرة جدا و مميزات استخدام بيانات الهاتف المحمول تتمثل فى أن الهواتف المحمولة منتشرة وشائعة فى البلدان المتقدمة والنامية والناس يحبون أن يحملون الهاتف المحمول معهم فى كل مكان وإعادة شحن البطارية دائما والبيانات هى فى الأصل رقمية وخالية من التحيز لذاكرة المستجيبين.

أن البحث حول هذا الموضوع لا يزال فى مرحلة التطوير خاصة فى عصر التكنولوجيا الحديثة وظهور العديد من التقنيات المستحدثة لمحاولة رصد تدفقات الحركة للأنسان بطرق غير مباشرة بدون أن يكون الفرد مشارك فى عملية الرصد لذلك يهدف البحث الى وضع منظومة شاملة لجميع المعايير والطرق القياسية فى مجال بيانات الهاتف المحمول وآلية تطبيقها ورصد أهم المميزات والعيوب المرافقة لها من أجل إرشاد الدول العربية بأهمية تطبيقات تلك التكنولوجيا الحديثة فى مجال الدراسات العمرانية التى تكاد تكون منعدمة الظهور فى المدن العربية.

الكلمات المفتاحية:

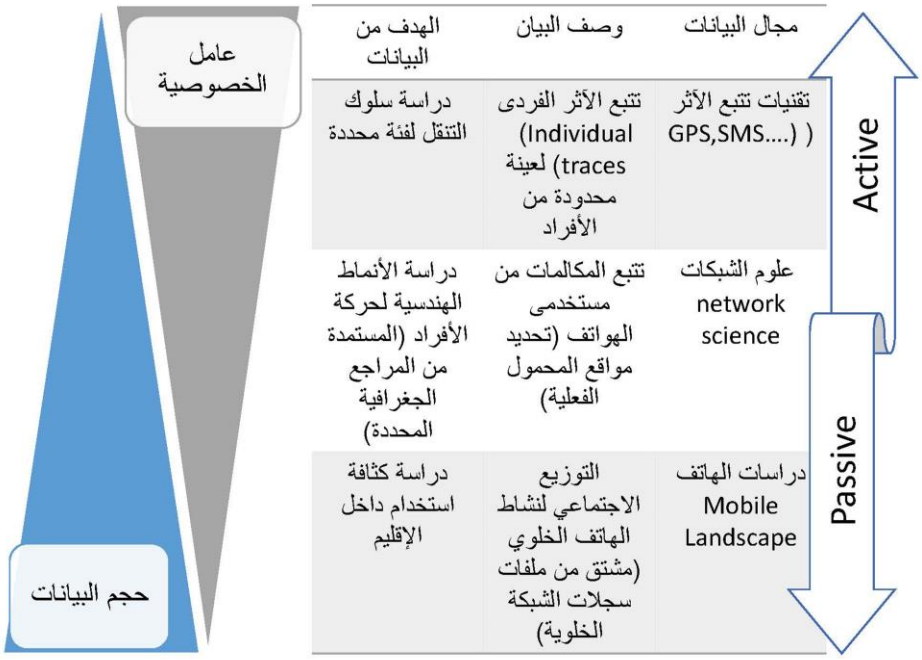
تدفقات حركة الأفراد - بيانات الهاتف المحمول- نظام تحيد المواقع العالمى GPS – تعاملات الشراء البنكية.

1. المقدمة

تزداد أهمية أستخدام بيانات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والهاتف المحمول فى التحليلات الحضرية لانها تعبر عن الوجود البشرى الذى يتغير مع مرور الوقت وهو مؤشر للحياة والتعايش العمرانى مع مرور الوقت (التوسع الزمنى للأنشطة الحضرية) حيث أنه ليس هناك بالضرورة أن يشير وجود الفرد إلى أنماط وظيفية (Becker, 2011) وأنه من خلال التعامل بشكل صحيح مع بيانات الهاتف المحمول يمكن للمخططين استخلاص معلومات أكثر ثراء بكثير لفهم كيفية استخدام الأفراد لأجزاء مختلفة من المدينة وأين يمكن استهدافها للتحسين المستقبلى فى المناطق الحضرية وتخطيط النقل و بالنظر إلى التجارب التى ذكرت فى الدراسات الأدبية (Manfredini, 2012) ، فأن هناك ثلاثة أتجاهات رئيسية من منهجية المسوحات الخاصة بتحديد مواقع الأفراد:

- الأتجاه الأول: تتبع الآثر الفردى (Individual traces) لعينة دراسة سلوك التنقل لمجموعات معينة من الأفراد عن طريق أستخدام تقنيات GPS وهذا الاتجاه يوفر بيانات عن نقطة البداية لتحركات الفرد وتتبع مسار الحركة ونهاية المسار لكنه من الأتجاهات المكلفة للغاية ويثير العديد من التساؤلات حول حقوق خصوصية الفرد.
- الأتجاه الثانى : المسارات الفردية (Individual trajectories) والتى تم جمعه عن طريق تتبع الهاتف المحمول لمجموعة محددة من الأفراد لدراسة أنماط هندسية من تنقل الأفراد (الأعتماد الأساسى على علم الشبكات وبيانات الأبراج الخلوية)
- الأتجاه الثالث : رسم خرائط جغرافية مجمعة بأستخدام بيانات الهاتف المحمول لدراسة كثافة استخدام الأراضى كنتاج لقياس حجم النشاط الخلوى فى شبكة الهاتف المحمول عند الابراج الخلوية المتعلقة بالمكالمات النشطة التى تسمح بتتبع جميع الهواتف النشطة (بيانات مجهولة الهوية للأفراد) ويوضح الجدول (1-1) الأتجاهات الثلاثة السابقة والهدف منها.

جدول (1-1) مجالات البحث لدراسة موقع الفرد المصدر: (Manfredini et al. 2012)



مجال البيانات	وصف البيان	الهدف من البيانات
تقنيات تتبع الآثر GPS,SMS....))	تتبع الآثر الفردى (Individual traces) لعينة محدودة من الأفراد	دراسة سلوك التنقل لفئة محددة
علوم الشبكات network science	تتبع المكالمات من مستخدمى الهواتف (تحديد مواقع المحمول الفعلية)	دراسة الأنماط الهندسية لحركة الأفراد (المستمدة من المراجع الجغرافية المحددة)
دراسات الهاتف Mobile Landscape	التوزيع الاجتماعي لنشاط الهاتف الخلوي (مشتق من ملفات سجلات الشبكة الخلوية)	دراسة كثافة استخدام داخل الإقليم

يؤثر
المعياران التاليان على أختيار طريقة تحديد المواقع للأفراد (Ficek, 2013) :

- الدقة : مستوى دقة تحديد موقع الفرد قد لا يكون مصدر قلق عند التطبيق على مستوى البلد حيث أن النتائج المستخدمة مقربة الى مئات الأمتار فهى جيدة بما فيه الكفاية للتطبيقات على مستوى البلد فأن مستوى دقة تحديد موقع الفرد تتغير بأختلاف النطاق

التطبيقى للدراسة حيث أن عندما تكون دقة النتائج مقربة رقميا الى مئات الأمتار فأنها تعد نتائج جيدة بما فيه الكفاية للدراسات على المستوى الأقليمى أو المدن لكن قد تكون غير كافية للدراسة على مستوى عمرانى أقل.

← التكاليف : التكاليف الفعلية لتنفيذ طرق تحديد المواقع للأفراد تمثل معيارا هاما للأختيار عند المفاضلة بين طرق تحديد المواقع وقد يكون الوحيد دون الإشارة الى عوامل أخرى.

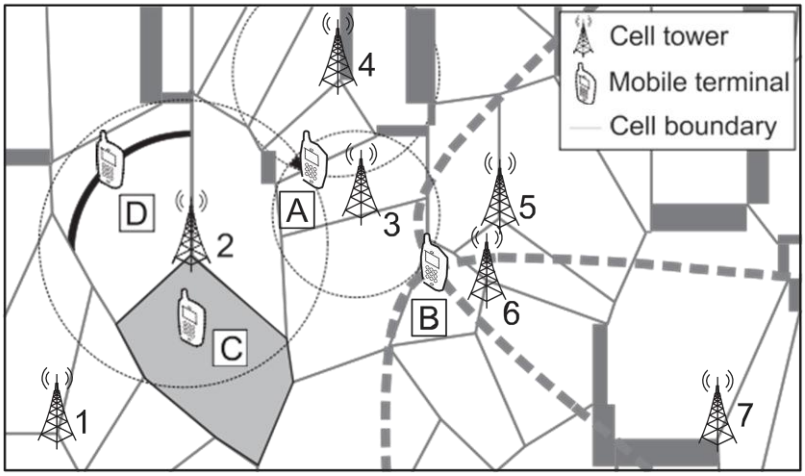
تناولت أيضا دراسات أخرى لتصنيف طرق تحديد المواقع الحالية للأفراد بأستخدام شبكات المحمول إلى أنه يمكن أن تصنف على أساس الشبكة (network-based) أو تصنيف قائم على أماكن التواجد (terminal-based) ، اعتمادا على الجهة التى تنفذ القياسات وتقوم بالعملية الحسابية لموقع الفرد و يوجد أتجاه مشترك بينهما يسمى أماكن التواجد المساعد (terminal-assisted) عندما يتم إجراء القياسات من قبل المحطة ويحسب الموقع من قبل الشبكة وتوضح كما يلى:

← تقنيات تحديد المواقع القائمة على مكان التواجد (Terminal-based positioning) (Varshavsky ,2006) (LaMarca,2005)هذه التقنيات تتميز بدقة جيدة ولكنها تتطلب أجهزة أو برامج خاصةفى محطة التواجد، وعادة ما تعتمد على البنية التحتية للأقمار الصناعية ومن أشهرها هو النظام العالمى لتحديد المواقع (GPS) ، تعتمد هذه التقنية بشكل أقل على الأجهزة المحمولة المتطورة (الهواتف الذكية) حيث أن نسبة أمتلاك الفرد للهاتف الذكى تختلف على نطاق واسع بين الدول المختلفة.

← المواقع القائمة على مكان التواجد المساعد Terminal-assisted positioning

تعتمد على اختلاف وقت وصول الإرسال (TDoA = Time Difference of Arrival) التى تحسب موقع التواجد على أساس التشبع الدائرى (Circular Lateration) والوقت الذى تستغرقه الإشارة للتنقل من الهاتف المحمول إلى محطات الشبكة الأساسية، حيث تتم ملاحظة مكان تواجد الفرد المتنقل من حسابات وقت وصول الإشارات الدليلية المنبعثة من ثلاثة أجهزة إرسال على الأقل فى محطات قاعدة الشبكة(base stations) ثم يتم حساب المسافة التقريبية له من كل محطة من خلال الوقت المرصود وتمثيلها من خلال وضع الدائرة التقريبية لمكان التواجد حول كل محطة والمدة الزمنية لتأخير انتشار الإشارة معروف كرقم ثابت حسابيا ، وعند تقاطع الثلاث دوائر فأنه يتحدد الموقع التقريبى للهاتف المحمول للفرد فى الفضاء ثنائى الأبعاد ، كما هو موضح فى الموقع [A] فى شكل(1-1) ويتطلب ذلك الأتجاه أن تتم مزامنة الهاتف المحمول للفرد مع محطات القاعدة للشبكة و أن تتم مزامنة المحطات بين بعضهم البعض ولكن ، لا شىء من هذا يتم تحقيقها فى شبكاتGSM وUMTS تلقائيا وأنه يجب أن تكون هناك وحدة قياس للموقع (LMU=Location Measurement Unit) مثبتة فى كل محطة قاعدة لقياس وتسجيل تلك القياسات الزمنية مما يتطلب تكلفة مالية مرتفعة.

← المواقع القائمة على الشبكات Network -based positioning
يشمل هذا الأتجاه العديد من التقنيات المساعدة على تحديد موقع الهاتف المحمول للفرد ومن هذه



شكل (1-1) طرق تحديد المواقع فى شبكات المحمول حيث عادة ما تستضيف الأبراج الخلوية (محطات القاعدة) ثلاثة هوائيات اتجاهية و يتم تسمية المنطقة التى يخدمها الهوائى (بالخلية) و تحدد عن طريق تقسيم التغطية بطريقة Voronoi على أساس مواقع البرج الخليوى واتجاهات الهوائى و يمثل الحالة: (A) موقع الهاتف يحدد عن طريق التشبع الدائرى(Circular Lateration)من الأبراج الخلوية(2-3 - 4). (B) موقع الهاتف يحدد عن طريق التفرع الزائدى من أزواج الأبراج الخلوية (3و5)و(3 و6) . (C)موقع الهاتف يحدد عن طريق الخلية ID ومقرها. (D) تحديد المواقع على أساس الخلية ID مع حسابات الوقت.
المصدر:M. Ficek et al. / Computer Networks 57 (2013) 1936–1954

التقنيات :
أولا: الإتجاه المعتمد على الشبكات (أتصالات – فودافون -.....) فى ملاحظة الأشارات المنبعثة من الهاتف المحمول وأن يتم تطبيق قياسات الوقت فى uplink و يطلق عليه Uplink Difference of Arrival (UTDoA) وهو يتطلب مثل الأتجاه السابق أن تتواجد وحدة LMU أيضا لكن عند الشبكات و مع وجود شرط أساسى لملاحظة الإشارة المنبعثة من الهاتف المحمول للفرد هو أن يجب أن يكون فى وضع مشغول مما يعنى أن يكون فى اتصال مستمر مع محطة قاعدة .

ثانيا: إتجاه أستخدام Cell-ID –(Cell Identification)
يعتمد على حقيقة أن الهاتف المتنقل يمكن أن يرتبط بخلية واحدة (البرج الهوائى) فقط فى وقت ما وعندما تتعرف الشبكة على الخلية المتصل بها الهاتف المحمول فى ذلك الوقت فأنها تحدد أحداثيات العرض والطول للخلية والهاتف المحمول أو تحدد النطاق المحدد المحيط بالخلية كأقرب أحتمال لتحديد موقع الهاتف المحمول كما هو موضح فى الحالة [C] بالشكل(1-1) ويمتاز هذا الأتجاه بأن دقة الموقع الذى تم الإبلاغ عنه يعتمد على حجم الخلية (cell size) والذى يختلف من مئات الأمتار فى المناطق الحضرية إلى عدة كيلومترات فى المناطق الريفية و من ناحية أخرى ، لا يتطلب تحديد موقع الهاتف أى نشاط وظيفى له (فى حالة السكون) وظهرت العديد من المحاولات بعد ذلك لتحسين الدقة الضعيفة لموقع تحديد الهاتف بأستخدام هوية الخلية من خلال الجمع بينه وبين قياسات إضافية مثل قياس Timing Advance (TA) فى شبكات GSM / GPRS للتعويض عن تأخر إنتشار الإشارة المتنقلة بين الهاتف المحمول ومحطة القاعدة المتصل بها ويرمز لهذا الأتجاه ب Cell-ID+TA وظهر أيضا أضافة قياس قوة الأشارة (Wigren,2007) السابقة لتعزيز دقة القياسات و يسمى هذا الأتجاه بهوية الخلية المحسنة the Adaptive Enhanced Cell-ID (AECID) ويوضح الجدول(1-2) مقارنة

بين الأتجاهات السابقة توضح متطلبات كل أتجاه وكذلك معايير الدقة والتكلفة لكل منهم كما يلى:

جدول(1-2) مقارنة طرق تحديد المواقع فى شبكات المحمول

The mode is terminal-based (tb), terminal-assisted (ta) or network-based (nb))

Name	Mode			Availability	Latency (s)	Accuracy (m)	Costs
	tb	ta	nb				
A-GPS	•	•		Medium	High (> 10)	Excellent (10–150)	Low/medium
E-OTD		•		Medium	Medium (5–10)	Average (50–500)	High
OTDoA		•		Medium	Medium (5–10)	Average (50–500)	High
U-TDoA			•	High	Medium (3–10)	Average (40–120)	High
Cell-ID			•	High	Low (0–7)	Poor (50–20,000)	Very low
Cell-ID+TA/RTT			•	High	Low (1–3)	Poor (50–3000)	Low/medium
AECID			•	High	Medium (5–10)	Average (100–1000)	Low/medium

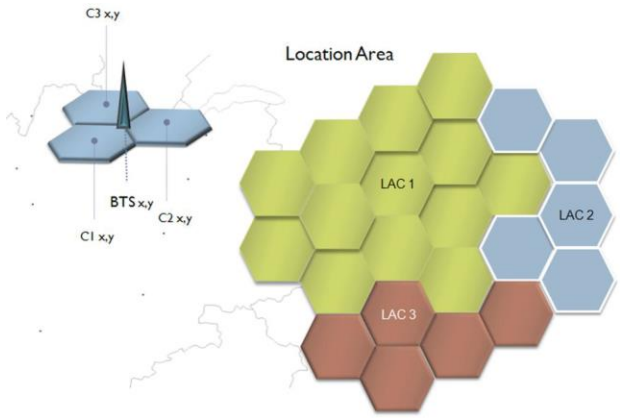
المصدر: M. Ficek et al. / Computer Networks 57 (2013) 1936–1954

2. أتجاهات القياس المعتمدة على بيانات الهاتف المحمول

ظهرت فى الآونة الأخيرة أتجاهات أخرى لمحاولة التعرف على نمط حركة الأفراد فى المدينة بطرق غير مباشرة أيضا من دون مشاركة الأفراد ودعما للأتجاهات التى تعتمد على بيانات الهاتف المحمول مثل أستخدام البيانات الناتجة عن تعاملات الشراء البنكية والتاكسى ووسائل المواصلات وبيانات الحركة المسجلة لها وسوف يتناول الجزء التالى بشكل مختصر شرح كل أتجاه على حدة.

2. 1 الأتجاه الأول : أستخدام بيانات CDR

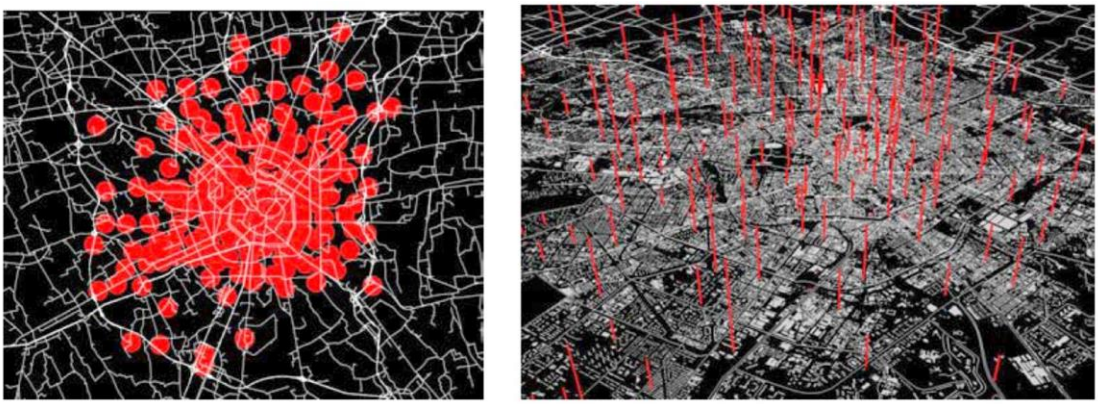
يستند الأتجاه على مفهوم عنصرين مهمين وهم اولا مفهوم CDR هو ملف تسجيلى لمشغل شبكة الهاتف المحمول والذى يتضمن معلومات عن جميع أنشطة المكالمات الصادرة (CA- Calling Activies)لمستخدمى الهواتف المحمولة مثل المكالمات ونصوص خدمة الرسائل القصيرة وخدمات الإنترنت والبيانات التى يقوم بها مالك الهاتف ،ونظرا لانتشار وأستخدام الهاتف المحمول فى حياة الناس اليومية (Castells,2007) والوصول إلى بيانات CDR يقدم للباحثون الفرصة لفهم أفضل للحراك البشرى فى المكان والزمان على حد سواء على مستوى الفرد وعلى مستوى السكان، وثانيا مفهوم وتعريف الشبكة الخلوية A cellular network وهى شبكة الراديو من محطات الإرسال والاستقبال - (BTS) كل منها لديها هوائيات antennas واحدة أو أكثر وموزعة على منطقة معينة من أجل توفير أفضل تغطية إذاعية ممكنة عبر مناطق صغيرة تسمى الخلايا وعندما ترتبط معا توفر هذه الخلايا التغطية الإذاعية على مساحة جغرافية واسعة شكل(1-2) لأستيعاب عدد كبير من الأجهزة المحمولة (الهواتف النقالة).



شكل (1-2) النظام العالمى للاتصالات المتنقلة وتغطية الشبكة الخلوية - المصدر: Smoreda,Z.(2013)

ركزت العديد من الدراسات على تحديد مواقع المنزل والعمل فقط (Duan,2011) حيث يحاولون تحديد مواقع المنازل على أساس CDRs التى تتم فى الليل فى حين أن مواقع العمل هى التى تحدد على أساس CDRsالتى تتم خلال ساعات العمل باليوم.

تناولت العديد من الدراسات (Pulselli,2006) طرق لرصد التنقل فى المناطق العمرانية ومن الأعمال البحثية الأولى فى مجال بيانات الهاتف المحمول تلك التى أجريت بواسطة MIT Senseable City Lab وأطلق عليه موبايل لاندسكيب Mobile Landscapes حيث يقوم بدراسة السلوك الزمانى والمكانى فى المجتمع العمرانى و يستخدم هذا المشروع البيانات التى تعتمد على تحديد الموقع من الهواتف المحمولة للكشف عن المواقع التى تظهر كثافة مرتفعة للأنشطة العمرانية للسكان وتحليل أنماط التنقل فى المدن، والهدف من مشروع موبايل لاندسكيب هو التحقيق فى مظاهر ديناميكية الإنسان مع التركيز على أنماط الديناميكية للنشاط العمرانى والاجتماعى ويسلط الضوء على دور الزمن فى التطور العمرانى للمدن (Mountain,2001) وأتخذ كدراسة حالة منطقة العاصمة ميلانو فى إيطاليا (1.3 مليون نسمة تقريبا) بمساحة 20*20 كم2 تقريبا، تشتمل المدينة وبعض الضواحى الداخلية ويستند فى الدراسة البحثية إلى بيانات من هوائيات الهاتف الخليوى و القيم المرورية الهوائية لكل محطة والتى تظهر الكثافة النسبية لنشاط الهاتف الخليوى في موضع محدد فى المدينة على مدار اليوم (24 ساعة) مع أستخدام نظم المعلومات الجغرافية وكان الإطار الزمنى المختار للدراسة من 19 أبريل الى 4 مايو لعام 2004 (16يوما) ،و ترتبط بيانات حركة المرور إلى الهوائيات المختلفة التى تسجل المستخدمين المتصلين على الهاتف من خلال مكالمات أو رسائل نصية ويعبر عن ذلك فى erlangs وهى وحدة قياسية لكثافة حركة المرور فى أنظمة الاتصالات وهذه الوحدة تجمع بين عدد من المكالمات فى مدة زمنية محددة على سبيل المثال (erlang واحد هو ما يعادل مكالمة ساعة واحدة طويلة أو مكالمتين مدة نصف ساعة طويلة أو 60مكالمة مدتها دقيقة واحدة.....)، وكانت تقوم شركات الهاتف الخليوى بجمع بيانات حركة المرور فى كل محطة و فى الدراسة البحثية لمدينة ميلانو كانت تحتوى على 232 محطة للهواتف الخلوية أو خلية (base stations or cells) التى قد تشتمل على ثلاث قطاعات او أثنين أو قطاع واحد تبعا الى مدى التغطية التى تقوم بها المحطة و فى ميلانو كانت مجمل القطاعات فى الدراسة تعادل 1071 قطاع شكل (1-3) بالأضافة الى قاعدة البيانات الجغرافية لتسمح بترجمة (Cell ID) إلى خط العرض والطول .



شكل (1-3) توزيع محطات الارسال للهواتف الخلوية (base stations) فى ميلانو المصدر: Ratti,R. & M. Pulselli,R. & Williams, S.and Frenchman,D.2005

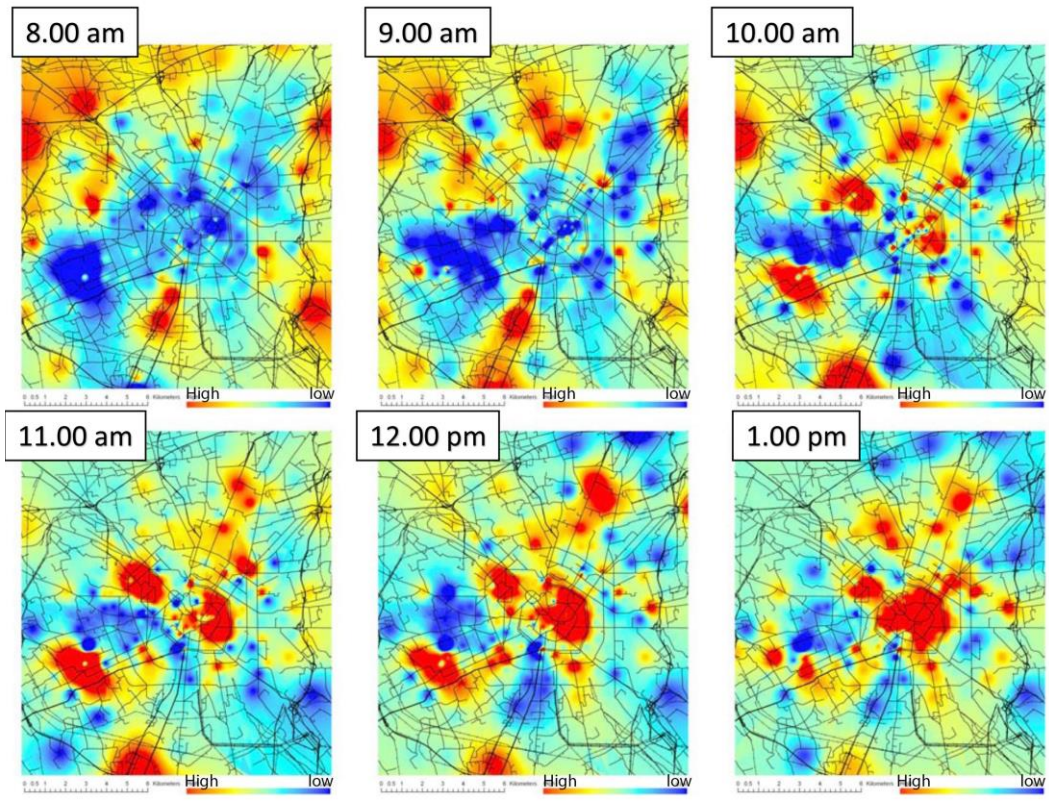
ويوضح الجدول (1-3) نموذج من البيانات التى يتم رصدها من المحطات منقسمة الى تاريخ اليوم الذى يتم به القياس ثم الوقت الزمنى للقياس والهاتف الذى تم رصده والتعبير عنه بكود لكل رقم لسرية البيانات وقيمة erlangs التى تم رصدها (Ratti,2005) ويبين الشكل (1-4) مجموعة من الخرائط لمنطقة الدراسة من الساعة 8.00 صباحا حتى 1:00 ظهرا يوم الاثنين 19 أبريل 2004 فإنه يدل على أن الكثافة النسبية من المكالمات هو الحد الأقصى فى الضواحى السكنية فى الصباح الباكر ومن 9 صباحا إلى 12 ظهرا يتواجد كثير من الناس فى وسط المدينة للخدمات والمكاتب، وحوالى الساعة 1.00 ظهرا تم الكشف عن أعلى كثافة فى قلب المنطقة الوسطى مع المحلات التجارية والمطاعم والوجبات السريعة والخدمات ويتضح أن أنماط كثافة الهاتف الخليوى تظهر وجود علاقة مع كثافة النشاط العمرانى والاجتماعى(كيف يتحرك الناس من خلال البنية التحتية الحضرية- كيفية استخدام الأماكن العامة والخاصة) فتعد هذه النتائج شكل من أشكال جغرافية المحمول وهى من مصادر المعلومات القوية حول كثافة استخدام الهواتف المحمولة ومعلومات تحديد المواقع.

جدول (1-3) نموذج من البيانات الناتجة من المحطة المصدر:السابق

erlang	CELL ID	HOUR	DAY
5,85	10012	8 am	19/04/2004
14,71	10012	9 am	19/04/2004
16,25	10012	10 am	19/04/2004
14,06	10012	11 am	19/04/2004
15,82	10012	12 am	19/04/2004
14,36	10012	1 pm	19/04/2004
...	...	...	...

2. 2الأتجاه الثانى: أستخدام GSM Tracking system

هناك اهتمام خاص بالبيانات الخاصة بتحركات الناس لقدرتها على التمكين من وضع نظرة ثاقبة لأنماط تنقل الناس وأنشطتها فكان من المهم أن نرصد نموذج الحركة ذو الصلة بسلوكيات واحتياجات الناس من أجل وضع قرارات تخطيطية مناسبة) (Andrienko, 2013) ويمثل نظام GSM تقريبا



شكل(1-4) تطبيق مشروع الموبايل لاندسكيب بمدينة ميلانو الميتروبوليتانية من الساعة 8 صباحا الى 1 ظهرا (مساحة 20*20 كم^2) المصدر: السابق

85٪ من الهواتف المحمولة اليوم و يستهلك الحد الأدنى من الطاقة مقارنة مع النظام اللاسلكى ونظام تحديد المواقع ويعمل فى جميع أنحاء العالم (Zhao,2010) يتناول هذا الجزء خلفية موجزة عن التقنيات التى تعتمد على مؤشر قوة الإشارة الحالية (RSSI) لنظام GSM مثل تقنيات هوية الخلية (Cell-ID) و تقنيات البصمات الحتمية (Deterministic Fingerprinting) والتقنيات التى تستند إلى النمذجة (Modeling-based Tech.)

← تقنيات هوية الخلية(Cell-ID)

التقنيات التى تعتمد على هوية الخلية لا تستخدم مؤشر(RSSI) بوضوح، وإنما تقدر موقع الهاتف الخليوى كموقع للبرج الخليوى الذى يرتبط به الهاتف حاليا وهو عادة البرج الذى يمثل أقوى أشارة RSSI وهذه التقنيات تتطلب قاعدة بيانات لمواقع الأبراج الخلوية كلها فى المدينة.

← تقنيات البصمات الحتمية (Deterministic Fingerprinting)

هذه التقنية تخزن توقيع أشارات RSSI للأبراج الخليوية فى مواقع مختلفة فى منطقة محددة فى قاعدة البيانات الخاصة بها وعادة يتم تحديد البصمات من خلال سيارة تقوم بمسح مستمر للأبراج الخليوية فى منطقة محددة وتسجل هوية برج الخلية ومؤشر RSSI ونظام تحديد المواقع.

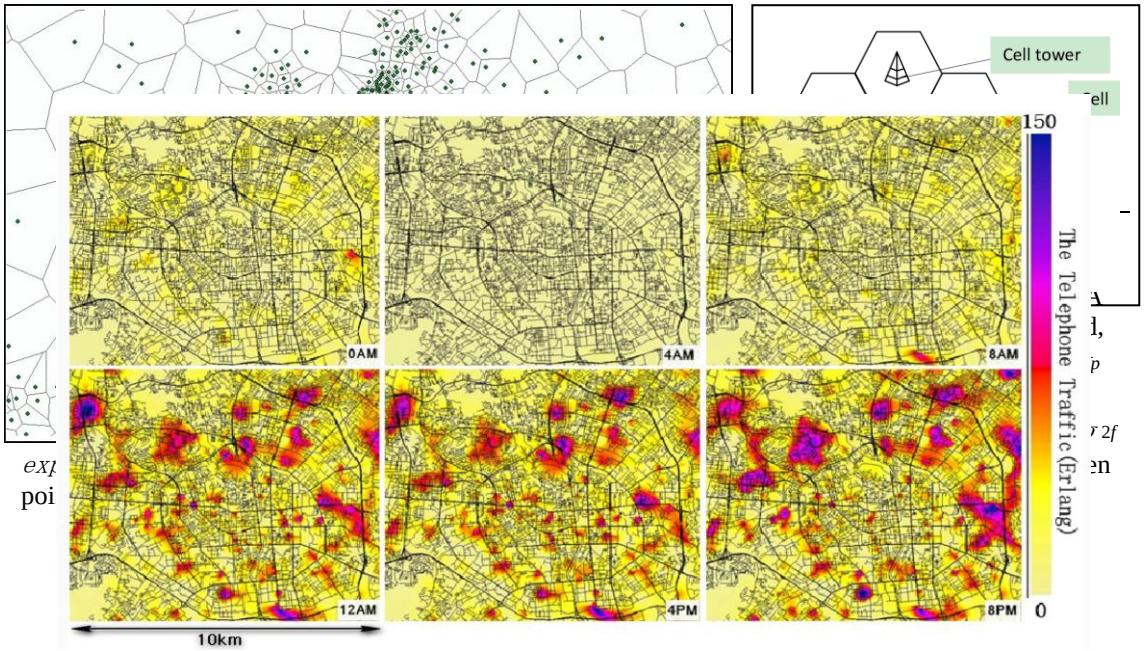
← النمذجة (Modeling-based Tech.)

جدول(1-4) المفاهيم الرئيسية لمتغيرات الدراسة- المصدر:السابق

Field Name	Meaning	Example	N
Site-ID	Base station ID	4	A base station usually has three cells(sectors)
Cell-ID	Cell ID	44	Index number of Non-Omnidirectional antenna
LAC	Location area code	35015	Used to detect the location of mobile terminals
Longitude	Longitude	102.374593	
Latitude	Latitude	25.1533798	

التقنيات التى تستند إلى النمذجة فى محاولة لتحديد العلاقة بين قوة الإشارة والمسافة باستخدام النموذج على سبيل المثال الأبحاث التى أستخدمت عملية جاوس[1] Gaussian process لتحديد هذه العلاقة(Chen,2006).

ظهرت عدة دراسات أخرى (Zhang &Zuo,2012) تناول بها محاولة قياس كثافة النشاط للفرد وتغيرها مع الزمن بتطبيق (Cell ID positioning methods) السابقة كما يوضح الجدول(1-4) بعض المفردات الرئيسية التى يستخدمها داخل الدراسة مع اضافة (Voronoi cellular network) الشبكة الخلوية فيرونى شكل (1-5) وهى لتحديد نطاق خدمة المحطة الأساسية والمعروفة أيضا باسم مضلعات تيسين (Thiessen polygons) وتتألف من مجموعة من المضلعات المتصلة ببعضها

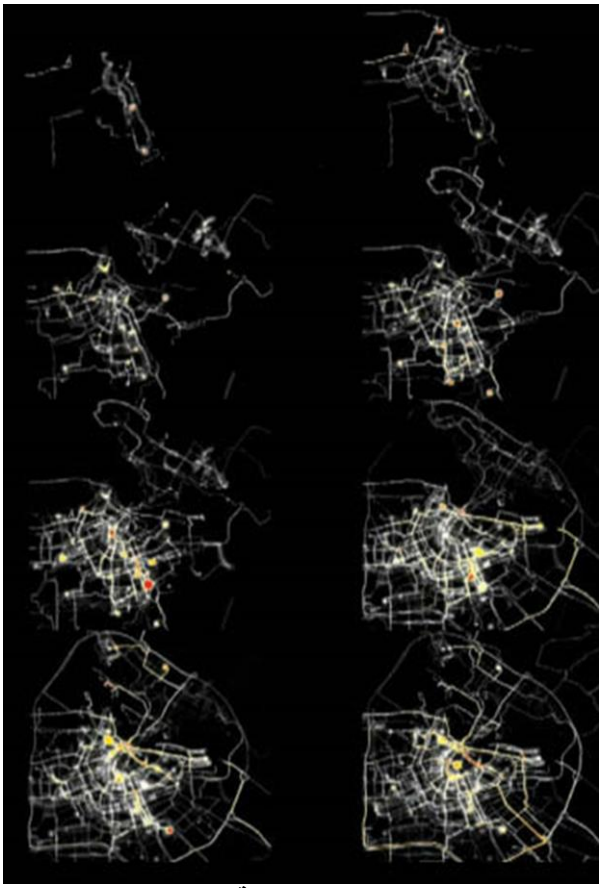


شكل(1-6) الكثافة المرورية لبيانات الهواتف الخلوية فى مدينة كونمينغ بالصين المصدر: Zhang,2012

البعض ثم أستخدم نفس البيانات السابقة لدراسة كثافة إظهار التوزيع المكانى لأنشطة الاتصالات ولكنه أضاف طريقة أخرى حسابية للتأكد من أكثر المواقع (Hotspot Detection Algorithm)التى تحتوى على قيمة مرتفعة من حركة البيانات للهاتف الخليوى لفترة طويلة من خلال المتغيرات والمعادلة التالية [1]ويوضح الشكل (1-6) توزيع كثافة البيانات للهواتف الخلوية داخل المدينة على مدار يوم 22-2- 2011 والذى يوضح تواجد مناطق البيانات المرتفعة داخل النطاق الواقع بين الطريق الدائرى الأول والثانى ويقل فى مركز المدينة وذلك كنتيجة للدراسة الأولية المعتمدة على البيانات المجمعة من المحطات الرئيسية .

2. 3- الأتجاه الثالث: نظام تحديد المواقع العالمىGPS

رغم تناول الدراسات الحديثة السابقة طريقة استخدام البيانات الناتجة فقط عن المحطات الرئيسية للهواتف الخليوى لكنها أوصت بدراسة حركة الفرد من خلال استخدام انظمة التتبع (GPS) لانها تعطى نتائج أدق فقد ظهرت دراسة قديمة تناولها Waag Society, Esther Polak and Jeroen (Kee,.2002)كمشروع بحثى لدراسة أمستردام (Amsterdam Real time) يوضح الخريطة الذهنية غير المرئية التى يبنيها كل فرد فى ذهنه من خلال التفاعل مع المدينة ومن خلال دراسة سلوك حركة المحمول للمستخدمين بالمدينة بأسلوب قياس يسمى(The paging method) خلال فترة زمنية شهرين من 3 أكتوبر - 1 ديسمبر عام 2002 و تم دعوة جميع سكان أمستردام لاستخدام وحدة التتبع وحدة التتبع هي PDA محمول (مساعد رقمى شخصى مثل I-PAQ أو بالم بايلوت)، وهذا مرتبط إلى وحدة (GPS) نظام تحديد المواقع العالمى وباستخدام بيانات الأقمار الصناعية بحساب موقعها الجغرافى لدقة 5-7 متر ويتم إرسال البيانات من الأقمار الصناعية فى وقت حدوثها لنقطة مركزية ترصد المسارات الخاصة بهم التى تعطى بيانات عن حركة الفرد من المنزل الى اماكن العمل والاستخدمات المختلفة التى يحتاج اليها واين تقع بالنسبة الى موقع سكنه والمسافات التى يجتازها للوصول الى تلك المواقع وتصور البيانات فى الوقت الحقيقى لحدوثها ثم تتحول الى الرسوم المتحركة التى تبنى خريطة أمستردام من أتجاهات الحركة لشعبها شكل(1-8) ويعبر تدريج كثافة اللون الذى يمثل هذا الموقع التغييرات التى تطرأ به من اللون الأبيض هو الأقل زيارة ويتغير إلى الأصفر إلى الأحمر لأكثر المواقع التى يتردد اليها الأفراد تبعا الى خصائص عينة الأفراد داخل الدراسة، لكن GPS يتطلب خط رؤية مباشر إلى القمر الصناعى وليس كل الهواتف مجهزة مع نظام تحديد المواقع.



شكل (1-8) اتجاهات الحركة داخل امستردام
المصدر: Polak, E. &Waag Society, Amsterdam Real Time, http://www.waag.org/realtime, 2002.

[1] $dp,q = \sqrt{\sum_{k=0}^{23}((erlang\{cp,dj,tk\} - erlang\{cq,dj,tk\})^2)}$

2. 4- الأتجاه الرابع : رادار الهاتف الخليوىCELL PHONE RADAR

تناولت العديد من الشركات محاولات اصدار تكنولوجيا أحدث فى كيفية فهم حركة الأنسان وتردده على الخدمات والمناطق المختلفة من خلال أستحداث مجموعة من أجهزة الأستشعار حيث أعلنت الشركة الأسبانية Libelium عن تكنولوجيا جديدة للأستشعار التى يمكن بها الكشف عن الهواتف الذكية بأستخدام جهاز Meshlium إكستريم الذى يسمح بالكشف عن أجهزة الآى فون والأندرويد وبشكل عام أى جهاز يعمل به شبكة لاسلكية (wifi) أو بلوتوث حيث يمكن الكشف عن هذه الأجهزة من دون الحاجة إلى أن يكون متصلا إلى نقطة وصول محددة مما يتيح الكشف عن أى هاتف ذكى أوكمبيوتر محمول والتى تكون فى منطقة تغطية الجهاز والفكرة الرئيسية للجهاز هى أن تكون قادر على قياس عدد الناس والسيارات التى هى موجودة فى نقطة معينة فى وقت محدد مثل الدراسات التطبيقية المتعلقة بأنشطة التسوق والانشطة فى الشارع والتى يتناول بها تحديد ما يلى:

- ← عدد الأفراد الذين يمرون يوميا فى شارع محدد.
- ← متوسط الوقت الناتج عن مدة وقوف الأفراد فى شارع محدد أو محطة أنتظار.
- ← مسارات الحركة للناس فى مراكز التسوق ومتوسط الوقت فى كل منطقة.

ويتواجد العديد من الشركات التى تستخدم الطرق السابقة فى قياس عدد وكثافة المستخدمين داخل الفراغات المختلفة مثل ايضا شركة BlueMark للأبتكارات الألمانية هى الشركة الأولى فى العالم التى تحدد عدد و موقع الزائرين باستخدام أشارات الواى فاى للهواتف الذكية التى تبث بشكل دورى حيث تكمن الميزة الرئيسية فى هذه التكنولوجيا هو عدم الأحتياج الى تفاعل المستخدم أو تطبيق محدد على الهاتف الذكى للزوار وذلك من خلال ثلاث خطوات رئيسية:

- ← الكشف (Detect): معرفة كم عدد الناس الذين يمرون فى نطاق محدد وفى هذه الحالة يتم تثبيت جهاز الكشف فى هذا الموقع ثم يبدأ العد وجمع أشارات الهاتف الذكى و بالطبع لن يكون جميع الزوار لديهم الهاتف الذكى أو لديهم واى فاى مفعل ومع ذلك بناء على خبرة الشركة فى هذا المجال وعند تطبيقها فى ألمانيا فانه يمكنك الاعتماد على نتائج بدقة أكثر من 95٪.
- ← التتبع (Track): في تطبيقات أكثر تقدما لا تريد فقط الكشف والاعتماد على عدد الزوار، ولكن أيضا تريد أن تتبعهم على سبيل المثال معرفة كم مرة كان هذا الزائر فى مركز تسوق محدد أو معرفة كم من الوقت مكث هؤلاء الزوار فى المكان مع عدم القدرة على معرفة أى تفاصيل أخرى حول هذا الزائر.
- ← تحديد الموقع (Locate): أنماط حركة المرور من الزوار فى متجر أو حدث يمكن أن تعطى معلومات قيمة للغاية حول ما هى أكثر المناطق الكثيفة و المزدحمة للغاية.

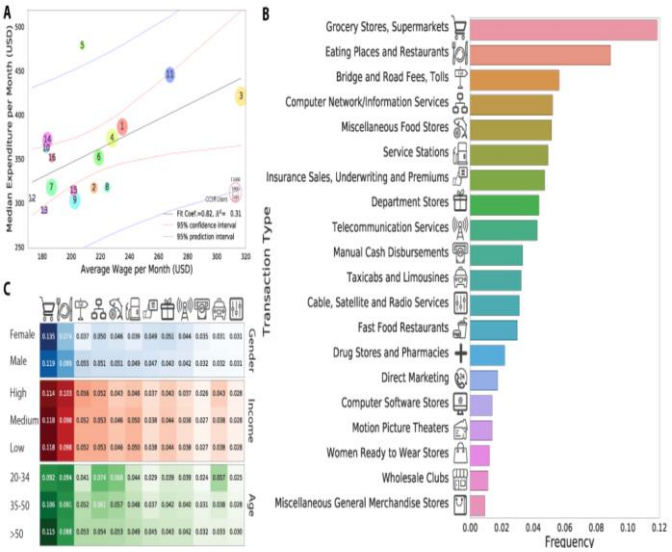
الدراسات التطبيقية التى تناولت استخدام تلك الأجهزة كانت قليلة جدا حيث كان لا يتم تطبيق فعليا الإ من قبل الشركة المنتجة كتجارب للأجهزة.

2. 5- الأتجاه الخامس : تعاملات الشراء البنكية Bank Card Transsaction

الفترة الزمنية السابقة كانت Call Detailed Records (CDRs) ذات أهمية قصوى لفهم الإيقاعات اليومية للتنقل البشرى وبتحليل المليارات من الآثار الرقمية بشكل صحيح فإن مجتمعنا الحديث له إطار جديد كليا لتحليل الخصائص الاجتماعية والديموغرافية للسكان وقد أظهرت الأبحاث الحديثة أيضا أن بيانات بطاقة الائتمان يمكن استخدامها بشكل مماثل لبيانات الهاتف المحمول للكشف عن التنقل البشرى حيث أن الفرد يترك آثارًا رقمية للأنشطة اليومية: الأماكن التى يزورها والأشياء التى يأكلها والمنتجات التى يشتريها كل من هذه الأنشطة البشرية تولد البيانات التى عند تحليلها على مدى فترات طويلة فأنه ينتج صورة شاملة للسلوك البشرى وتخبرنا CCRs (Credit Card Records)عن الأنتقالات المفضلة بين قطاعات الأعمال وتحديد التفاوت فى التوزيع المكانى لأنشطة التسوق الأكثر تفضيلا للناس.

تناولت الدراسة البحثية Gonzalez,M. et al. 2018 الكشف عن أنماط متنوعة من السلوك الجماعى المستخرج من البيانات الناتجة عن طريق دمج بيانات بطاقة الائتمان مع المعلومات

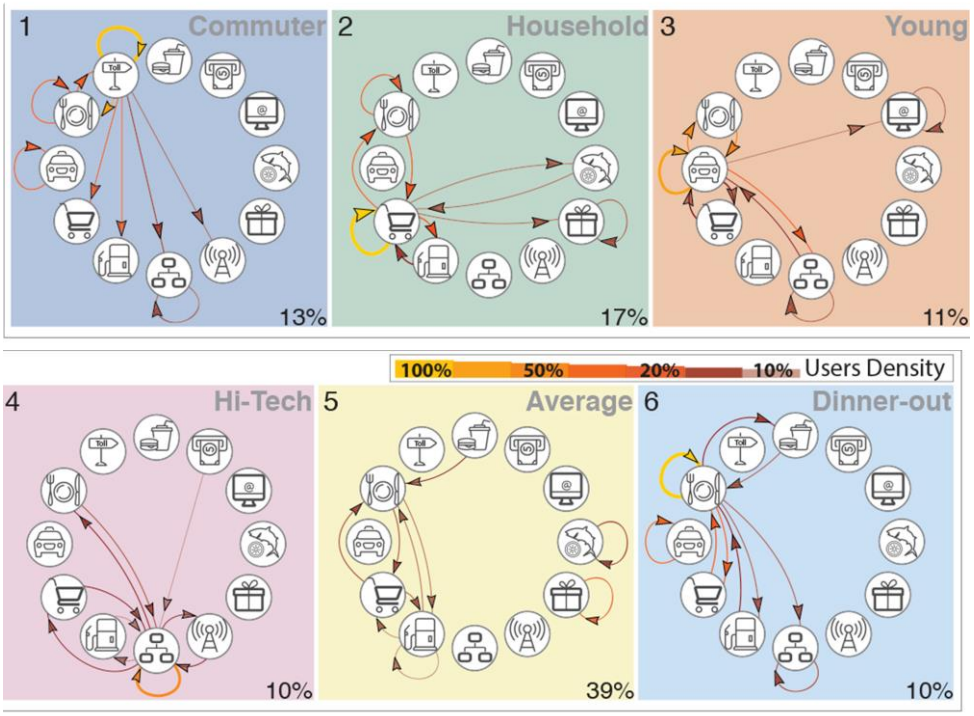
الديموغرافية وسجلات الهاتف المحمول حيث يركز على كيف يمكن استخدام البصمة الرقمية لـ CCRs للكشف عن عادات الإنفاق مما يعكس أنماط الحياة القابلة للتفسير فى السكان ككل بتحليل معاملات CCR الفردية على مدى 10 أسابيع من 150.000 مستخدم يعيشون فى واحدة من أكثر المدن المأهولة بالسكان فى أمريكا اللاتينية فى مدينة مكسيكو سيتى بالمكسيك وتحتوى مجموعة البيانات على العمر والجنس ورمز البريدى السكنى للمستخدمين، وقد تناولت الدراسة تحليل التسلسل الزمنى لمعاملاتهم والنفقات المرتبطة بها مع نوع المعاملة عن طريق كود فئة التاجر(Solutions,2004) ويوضح الشكل (1-9) تردد المعاملات حسب النوع لعينة الدراسة والذى يؤكد على أن الغالبية العظمى من المشتريات اليومية يهيمن عليها المشتريات الغذائية ثم تليها أنشطة التنقل والتواصل الاجتماعى ، وتعتمد الدراسة على تجميع إدخالات الشراء من قبل المستخدم ويتم احترام الترتيب الزمنى للعمليات الشرائية كل يوم و أيضًا تجميع بياناتCDR الخاصة بهم خلال فترة 6 أشهر بما فى ذلك الوقت والمدة ومكان المكالمات ومعرفة مستقبل المكالمة، وقد قامت الدراسة بتقسيم المستخدمين إلى ست مجموعات يشتركون فى أوجه التشابه فى عاداتهم الشرائية كما يلى:



شكل(1-9) تردد المعاملات حسب النوع -المصدر: (Gonzalez,M. et al. ,2018)

- المجموعة 1: المستخدمين الذين تكون معاملاتهم الأنفاقية الأساسية هى الرسوم التحصيلية ويطلق عليهم اسم المسافرين وهم يعيشون أبعد ما يكون عن وسط المدينة وينفقون أكثر وينتقلون بمسافات طويلة.
- المجموعة 2: أطلق عليهم ربات المنازل (Homemakers) حيث لديهم متاجر البقالة كمعاملة أنفاقية أساسية وهى تمثل أكبر المجموعة سنا وبأقل قدر من الإنفاق والتنقل.
- المجموعة 3: يتم تقسيم المستخدمين الأصغر سنا فى مجموعتين (المجموعات 3 و 4) حيث لديهم قيم مختلفة فى حياتهم الإنفاقية والتنوع الاجتماعى والتنقل وتم تصنيف الفئة 3 على أنها فئة الشباب ، نظرًا لأنها تضم الأفراد الأصغر سنا مع أعلى معاملات أنفاقية فى سيارات الأجرة .
- المجموعة 4 : قريبة من الفئة العمرية للمجموعة 3 ولكن لديها شبكات الكمبيوتر وخدمات المعلومات كمعاملة أنفاقية أساسية وأطلق عليهم مسمى مستخدمين التكنولوجيا (Tech-users) ولديهم أعلى من متوسط النفقات ولديهم أعلى تنوع فى اتصالاتهم الاجتماعية وشبكات التنقل خاصة داخل وسط المدينة.
- المجموعة 5 : المستخدمين غير المصنفين والذين ينتمون إلى هذا المجموعة فأن لديهم أقل من 5 معاملات شرائية هامة وأقل تباينًا فى أنواع الإنفاق الخاصة بهم.
- المجموعة 6 : المستخدمين الذين يحملون لقب (Diners) هم المستخدمين فى منتصف العمر الذين لديهم الأنفاق داخل المطاعم هو عنصر أساسى لمعاملاتهم الأنفاقية مع تنوع كبير فى التنقل .

قامت الدراسة بعرض أعلى 10 متواليات للإنفاق الأكثر شيوعا للمستخدمين فى كل مجموعة ويمثلون أكثر من 30٪ من إجراءات التسوق للمستخدمين و يتم عرض النسبة المئوية لإجمالىالمستخدمين فى كل مجموعة فى الركن السفلى الأيسر كما هو موضح بالشكل (1-10) الذى يتناول المجموعات الستة السابقة وعادات الإنفاق الخاصة بهم ومن أجل جمع صورة أكثر شمولية



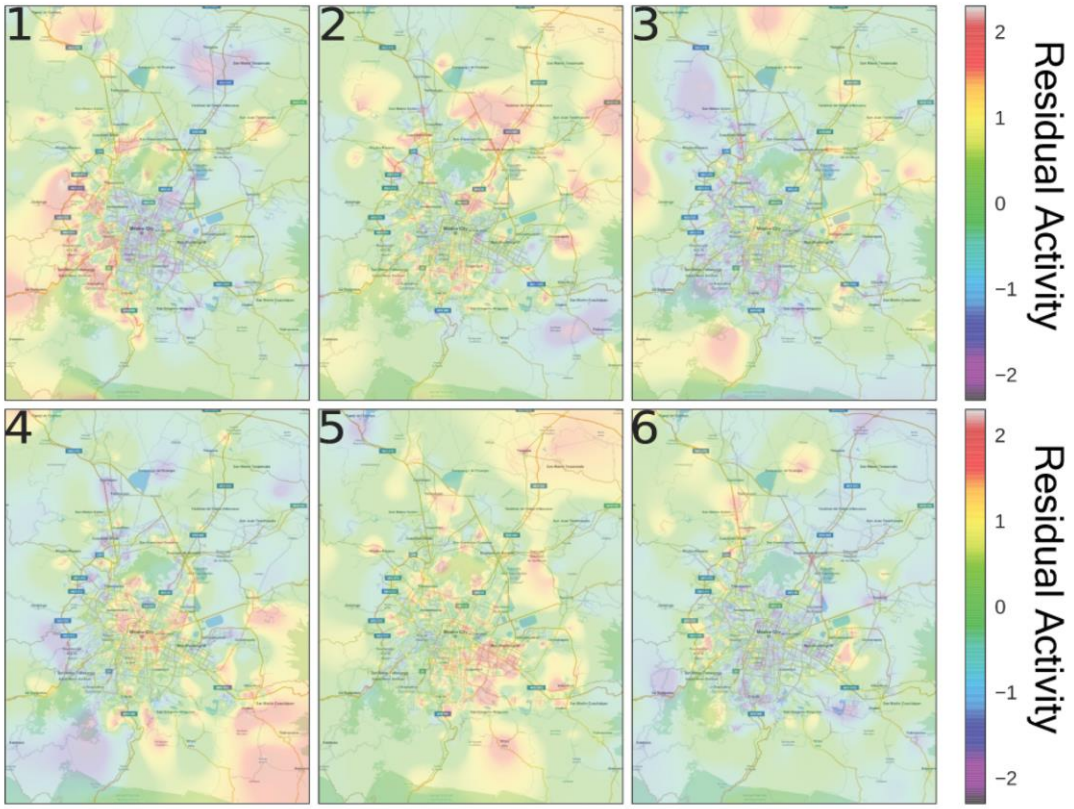
شكل(1- 10) عادات الإنفاق الخاصة بالمجموعات الستة- المصدر:(Gonzalez,M. et ,2018)

لسلوك المستخدمين فإنهم جمعوا معلومات مستخدمى CCRمع بيانات CDR الخاصة بهم و يوضح الشكل (1-11) مثال على التوزيع المكانى لبيانات CDRو CCR الخاصة بمستخدم واحد والتى توضح تواجد نسبة عالية من التشابه المكانى بين البيانات لمكان التواجد الفعلى للفرد، وتناولت دراسة أيضا النشاط المتبقى لأبراج الهواتف الخلوية (Toole,2012)و الذى يمكن تفسيره على أنه مقدار نشاط الهاتف المحمول فى منطقة محددة بالنسبة إلى نشاط الهاتف المحمول المتوقع فى المدينة بأكملها وذلك لتحديد ما إذا كان المستخدمون الذين ينتمون لنفس المجموعة يتجمعون مكانيا فى منطقة محددة من مدينة ميكسيكو سيتى أم لا كما هو موضح بالشكل (1-12) الذى يظهر كثرة تواجد نشاط المجموعة الأولى بجوار مركز الأعمال الأدارية Business (District) بالمدينة الذى يتواجد فى أقصى غرب المدينة وكذلك كثرة تواجد نشاط المجموعة الثانية والرابعة فى مركز المدينة الرئيسى والنطاق المحيط به.

شكل (1-11) مثال على آثار بيانات CDRو CCR الخاصة بمستخدم واحد- المصدر:السابق

2. 6- الأتجاه السادس: التاكسى ووسائل المواصلات Taxi Trajectory Data

نظام جمع بيانات بطاقة الأجرة الذكية الآلية Automated smart card fare يمكن أيضا أن تكون مصدرا قيما للكميات هائلة من البيانات فى تحركات الأفراد من خلال وسائل النقل العام فى المدن حيث إنها تولد كمية هائلة من البيانات فى الوقت الحقيقى على المعاملات المنجزة فى وسائل المواصلات العامة وبما أن هذه البيانات هى مرجعية لوقت طويل من البيانات فانها يمكن ان تحدد المكان المتوجه إليه الفرد و تستخدم لتقدير أعداد الركاب عبر شبكة النقل.(Pelletier,2011)

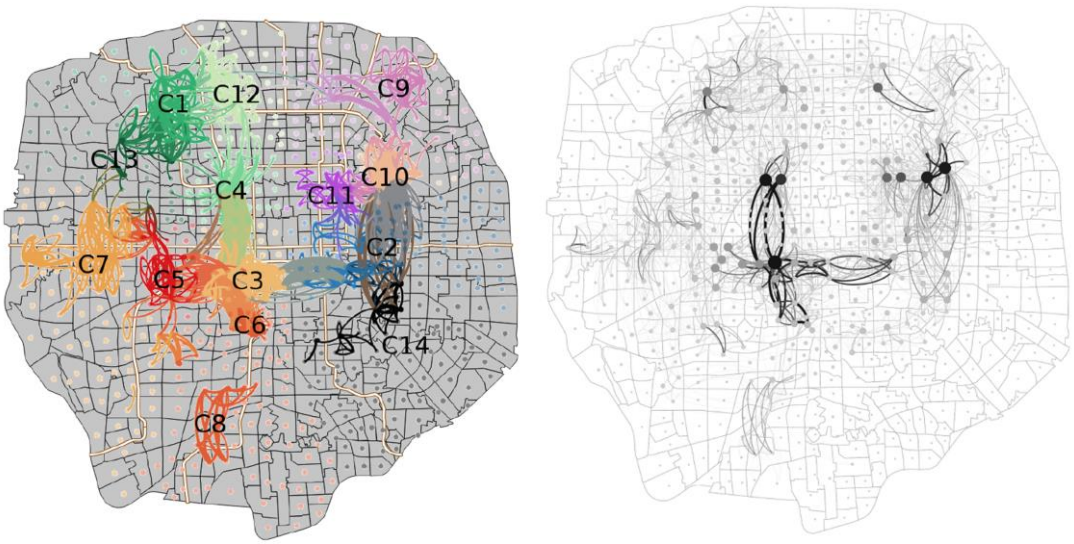


شكل(1-12) النشاط عند الأبراج الخلوية لكل مجموعة -المصدر: (Gonzalez,M. et al. ,2018)

فى الآونة الأخيرة العديد من الخصائص الهيكلية للمناطق العمرانية قد تم استكشافها من شبكة التفاعل المكانى لأنشطة السفر للفرد فتناول (Kang,C.et al,2014) التحقيق فى الخصائص الزمانية المكانية لتدفقات سيارات الأجرة بين 652 منطقة تحليلة للحركة المرورية (TAZ= Traffic Analysis Zones) فى بكين حيث أستخدم مجموعة بيانات من مسارات GPS لسيارات الأجرة جمعت بين 1 نوفمبر و30 نوفمبر2012 فى بكين بالصين و يغطى مجموعة البيانات بالكامل 12000 سيارة أجرة وتحتوى على معلومات تفصيلية عن بطاقة التاكسى وموقع التقاط الركاب ووقت التقاط الركاب وموقع نزول الركاب ووقت الانطلاق ومسار كل رحلة سيارة أجرة وكانت الفجوة الزمنية بين كل نقطتين GPS على التوالى هى 10 ثوان أو دقيقة واحدة كل يوم وقد تم جمع أكثر من 30 مليون نقطة GPS داخل حوالى 0.3مليون رحلة سيارة أجرة (أو أزواج من O/D) داخل منطقة الدراسة ، ثم تم تحديد نقط الألتقاط ونقط النزول لكل رحلة سيارة أجرة داخل مناطق TAZs التابعة لها ومن ثم تجميع عدد الرحلات بين كل زوج من TAZ خلال 22 يوم عمل و8 أيام عطلات نهاية الأسبوع وكانت النتائج تتمثل فى مجموعات من مناطق الجذب الكبيرة لحركة سيارات الأجرة وتم تحديدها فى الشكل (1-13) ، مما يعنى وجود شكل متعدد المراكز فى منطقة الدراسة.

عندما قام بتصفية الحواف(edges) التى تمثل خطوط التدفقات بين المناطق التى يقل وزنها عن1000 تردد للحركة فى التمثيل البصرى لمنطقة الدراسة فأنه نتج 14 مجموعة يتم تعيين لون مركز المنطقة بما يمثل الحى التابع له و ثم يتم تحديد لون الحواف تبعا لألوان المناطق التى بها O/D وبالإضافة إلى ذلك فإن الخطوط البيضاء هى مترو الأنفاق فى منطقة الدراسة،كما هو موضح بالشكل(1-14) و مع المعرفة المسبقة بالتوزيع المكانى لأستخدمات الاراضى ببكين فتم تصنيف 14 مجموعة إلى أربعة أنواع متميزة :

- نشاط تجارى مهيمن
- نشاط وسائل النقل مهيمن
- نشاط سكنى مهيمن
- نشاط ترفيهى مهيمن



شكل (1-13) يمينا- الشبكة المكانية لتدفقات OD لسيارات الأجرة داخل -TAZ - المصدر: (Kang,C.,2014) – شكل (1-14) يسارا -الهيكل المتعدد المراكز الناتج عن طريق تدفقات OD لسيارات الأجرة -المصدر: السابق

فأن مجموعات C1 و C2 وC3 هي التي تمثل المناطق ذات النشاط التجاري مهيمن والتي تطابق بشكل جيد الثلاثة مناطق التجارية الرئيسية (المسماة "Zhong Guan Cun" ، "Xi Dan" ، " Guo Mao") المجموعات C4 ، C5 ، C6 و C11 هي التي تمثل المناطق ذات النشاط المختلط وتتزامن مع أربعة المسماة محطة "Xi Zhi Men" و محطة سكة حديد بكين الغربية والجنوبية و المحطة "Dong Zhi Men" داخل المدينة و المجموعات C7 ، C8 ، C9 ، C12 و C14 هى تمثل المناطق السكنية والتى تقع عموما في المحيط الخارجى لمنطقة وسط المدينة وتعد المجموعة C10 المسماة "San Li Tun" أكبر منطقة بار في بكين وبالتالي فهي تهيمن على الأنشطة الترفيهية بالمدينة واستنادا إلى التوزيعات المكانية للأنواع المختلفة من المجموعات السابقة وكيف تتراط مع بعضها البعض فأن منطقة الدراسة يمكن تقسيمها إلى ثلاثة مراكز كبيرة فيغطى المركز الأول المجموعات C1 و C12 و C13 و C10و C11 هذا الهيكل متعدد المراكز يتفق مع تقسيم المناطق الوظيفية لبكين مما يشير إلى القدرة على تحديد الهيكل العمرانى للمدينة من مجموعات البيانات O/D لسيارات الأجرة.

3. الخلاصة والنتائج :

تناول البحث عرض اتجاهات وأساليب قياس تدفقات حركة الأفراد بأستخدام بيانات الهاتف المحمول وما تتبعه من تطبيقات ومتغيرات ويمكن تخليص ما سبق كما هو موضح بالجدول (1-5) الذى يتناول المدن المطبق بها تلك الدراسات و حجم العينة بكل منهما وكذلك المتغيرات التى تتم قياسها من أجل وضع منظومة شاملة لتلك المتغيرات من أجل تطبيقها مستقبليا فى القاهرة والوصول الى طرق قياسية حديثة تعطى نتائج دقيقة حول دراسة السلوك الحركى للأنسان والأنشطة المختلفة التى يقوم بها على المستوى الزمنية المختلفة وعلاقته القوية فى كيفية تحديد وقياس نوع الهيكل المكانى العمرانى القائم داخل المدن لكى لا يكون بعض هذه طرق القياس تحتاج الى أنظمة رسيلة ومكلفة وبيانات معقدة وتكنولوجيا اتصالات متطورة قد لا تتوافر فى جميع المدن وخاصة المدن داخل الدول الأقل تقدما ويعرض الجدول (1-6) أهم مميزات وعيوب تلك الأتجاهات مما يجعل مجال البحث مستمرا حول الوصول الى الطريقة الأنسب لقياس الهياكل المكانية العمرانية للمدن بما يناسب الأمكانيات المتاحة من المعلومات وثقافة كل مجتمع.

جدول (1-5) ملخص الدراسات والمتغيرات التى تناولت قياس تدفقات حركة الأفراد

تدفقات الحركة	الباحثين	السنة	المدينة	حجم العينة	بيانات الهاتف المحمول CDR وجميع البيانات	طرق القياس والمتغيرات
Passive Localization) الغير مباشر	Grauwin S, Sobolevsky S, Moritz S, Gódor I, Ratti C	2015	نيويورك و لندن و هونج كونج	9 شهور	استخدام data و مقارنتها بخريطة استخدامات الأراضى الفعلية	الكثافة النسبية للمكالمات erlangs و التجميع K-means
	Ratti,C. & M. Pulselli,R. & Williams, S.and Trenchman,D	2005	ايطاليا (عينة مساحة 10كم*20كم)			
	Pulselli,R.M. & C. Ratti and E. Tiezzi	2006				
	Ratti,C. & Pulselli,R.M. & Gundlegård,D.& Rydergren,C. & Rose,G.	2007				
	Tokuoka,H. & Louf,R.& al.	2014	السنغال	300000 عينة	بيانات الهاتف المحمول CDR	الكثافة النسبية للمكالمات
	Alhasoun,F. & Gonzalez,M.	2016	الرياض	300000 عينة		
	Alhattani,M. & Alhasoun,F. & Gonzalez,M.	2016				

التوطين الغير مباشر (Passive Localization) للمشاة	Ratti,C. & M. Pulselli,R. & Williams, S.and Frenchman,D R. M. Pulselli, C. Ratti, and E. Tiezzi,	2005	ميلانو – ايطاليا (عينة مساحة 20كم*20كم)	بيانات الهاتف المحمولCDR و ODs	16 يوم	الكثافة النسبية للمكالمات erlangs
		2006				
	Ratti &Jull	2007	روما		شهرين	
	Gundlegård,D.& Dokoohaki,N. Louf,R.& al.	2014	السنغال		عام- 300000 عينة	
	Alhazzani,M.& Alhasoun,F.& Gonzalez,M.	2016	الرياض		شهر- 300000 عينة	1- عدد الرحلات التى يتلقاها المكان 2- والتوزيع المكانى لأصول جميع الرحلات القادمة 3- المسافة المقطوعة لزيارة المكان
	Grauwin S, Sobolevsky S, Moritz S, Gódor I, Ratti C	2015	نيويورك و لندن و هونج كونج	بيانات الهاتف المحمولCDR و request و data و مقارنتها بخريطة استخدامات الأراضى الفعلية	9 شهور	الكثافة النسبية للمكالمات erlangs و التجميع K-means
	Zhang &Zuo	2012	كونمينغ بالصين	أستخدام بيانات GSM Tracking system	أسبوع	تخزن توقيع أشارات RSSI للأبراج الخليوية
	Polak, E. &Waag Society	2002	أمستردام	أستخدام بيانات GPS	شهرين	The paging method
	Kyritsis,D.et al,	2016	مدينة دوردريخت	رادار الهاتف الخليوى Cell Phone Radar	أسبوعين	1- عدد الأجهزة التى يعمل به شبكة لاسلكية (Wi-Fi أو بلوتوث). 2- أستخدام كاميرات لعدد المشاة. 3- أستبيان فردى- (202عينة)
	Gonzalez,M. et al	2018	مكسيكو سيتى	تعاملات الشراء البنكية	المرحلة الأولى:	1-تحليل معاملات الأنفاق.

						2- استخدام بيانات CDRالهاتف المحمول.
					10أسابيع- والمرحلة الثانية: 6 أشهر	
	Kang,C.,Liu,Y. and Wu,L. Zhan, X.et al.	2014	بكين	التاكسى ووسائل المواصلات	شهر	

جدول(1-6) أهم مميزات وعيوب اتجاهات القياس ببيانات الهاتف المحمول

الأتجاه	مميزات	عيوب
التوطين الغير مباشر (Passive Localization)	توفر بيانات الهاتف المحمول معلومات للموقع مجهولة المصدر لجزء كبير من السكان.	تراخيص واتفاقيات محددة مع شركات الاتصالات.
	بيانات لمدة زمنية 24 ساعة.	مشكلات الخصوصية.
	القرار المكانى يعتمد على الكثافة عند الهوائيات الموزعة داخل العمران.	دقة تحليل مواقع التنقلات او تواجد الأفراد منخفضة بالنسبة لمجموعات البيانات حيث يقوم غالبية المستخدمين بإجراء عدد صغير فقط من المكالمات يوميًا وبالتالى تعطى موقع تقريبى للفرد.
		تتسبب تغطية الهوائى المتداخلة (overlapping antenna) فى الشبكة الخلوية فى حدوث مشاكل متعلقة بالتحركات الفعلية للفرد.

4. التوصيات :

أوصت الدراسة بضرورة أدراك أهمية أستخدام أساليب تكنولوجيا حديثة فى جمع و تحليل البيانات لتدفقات حركة الأفراد لما لها من أهمية فى وضع صورة مستقبلية أفضل عند أتخاذ العديد من القرارات على مستوى خدمة الأفراد والخدمات داخل مراكز الأحياء والمدن وطاقة أستيعاب كل منهما وملائمته لحجم التدفق اليه وأوصت كذلك بما يلى:

- ضرورة نشر الوعى لدى فئات المجتمع حول أهمية نشر المعلومات التحليلية الخاصة ببيانات الهاتف المحمول وأهمية عامل الخصوصية للبيانات لدى الشركات.
- أدراك الفرد أن خصوصية البيانات الخاصة به لم تنتهك عند أستخدام تلك المعلومات لأغراض بحثية بحتة.
- أنشاء العديد من المعامل البحثية المتخصصة بالمجال فى الجامعات الحكومية لدعم البحث العلمى فى ذلك المجال لما يتطلبه العديد من الأجهزة والعديد من التخصصات المعمارية والتخطيطية وأتصالات وعلوم الحاسب الآلى.
- مراعاة النتائج المترتبة على اختلاف ثقافة كل مجتمع فى كيفية أستخدام و مدة أستخدام الهاتف المحمول و البيانات الناتجة عن ذلك حيث تكون النتائج عند تطبيقها فى مدينة ما ناجحة ومضللة فى مدينة آخرى ومحاولة تعميم الدراسة لأكبر عدد من المدن المتقدمة والأقل تقدما لوضع صورة مقارنة واضحة للنتائج.

5. المراجع

Andrienko, G., Andrienko,N., O. Raimond, J. Symanzik, and C. Ziemlicki,(2013) “Extracting Semantics Of Individual Places From Movement Data By Analyzing Temporal Patterns Of Visits” ACM SIGSPATIAL COMP’13.

Becker RA, Caceres R, Hanson K, Loh JM, Urbanek S, Varshavsky A, Volinsky C (2011) A tale of one city: using cellular network data for urban planning. IEEE Pervasive Comput 10(4):18–26. Brisbane, Australia.

Castells M, Fernandez-Ardevol M, Qiu JL, et al. (2007) Mobile Communication and Society: A Global Perspective. Cambridge, MA: MIT Press.

Chen, A. V. M. Y., T. Sohn, D. Chmelev, D. Haehnel, J. Hightower, J. Hughes, A. Lamarca, F. Potter, I. Smith, (2006)"Practical metropolitan-scale positioning for GSM phones," in *the Eighth International Conference on Ubiqui- tous Computing (UbiComp.)*, pp. 225–242.device location," in 8th international conference on Mobile systems, applications, and services.

Di Clement,R., Luengo-Oroz,M., Travizano,M., Xu,S., Vaitla,B.& Gonzalez, M. C., (2018),Sequence of purchases in credit card data reveal life styles in urban populations (April 10, 2018),available at { arXiv:1703.00409v3 [physics.soc-ph]}

Duan,Z., L. Liu, S. Wang, Mobilepulse: 2011,Dynamic profiling of land use pattern and od matrix estimation from 10 million individual cell phone records in shanghai, in: International Conference on Geoinformatics, Shanghai, China,

Ficek, M. & L. Kencl, L. (2013),Active tracking in mobile networks: An in-depth view, Computer Networks 57 - 1936–1954, Elsevier

http://bluemark-innovations.com/technology/[accessed 10.4.2015}

http://www.libelium.com/products/meshlium/smartphone-detection/[accessed 4.4.2015]

Kang, C., Liu,Y. and Wu,L., (2014) Delineating Intra-Urban Spatial Connectivity Patterns by Travel Activities: A Case Study of Beijing, China,available at { arXiv:1407.4194v1 [physics.soc-ph] 16 Jul 2014.

LaMarca,A., Y. Chawathe, S. Consolvo, J. Hightower, J. Scott, T. Sohn, J. Howard, J. Hughes, F. Potter, P. Powledge, G. Borriello, B. Schilit, (2005) Place lab: device positioning using radio beacons in the wild, in: Pervasive, pp. 116‑133.

Manfredini, F., Pucci, P., Tagliolato, P. (2012) Mobile phone network data: new sources for urban studies? In: Borruso G et al (Eds) Geographic information analysis for sustainable development and economic planning: new technologies. IGI Global, Hershey, pp 115–128. MobiSys,2010, pp. 285–298.

Mountain, D.&Raper, J., Modelling human spatio-temporal behavior: a challenge for location based services. Proc. of the 6th Int. Conf. on Geo Computation, University of Queensland,
Pelletier,C., M.P., Trépanier, M., Morency,(2011) "Smart card data in public transit: A review," Transp. Res. C Emerg. Technol., vol. 19(4), p. 557–568.

Pulselli, R.M.,C. Ratti, and E. Tiezzi, "City out of chaos: Social patterns and organization in urban systems," *Int. J. Ecodynamics*, vol. 1, no. 2, pp. 126–135, 2006

Ratti,C. & M. Pulselli,R. & Williams, S.and Frenchman,D.2005, Mobile Landscapes: using location data from cell-phones for urban analysis, SENSEable City Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA

Solutions, V. C. Merchant category codes for irs form 1099-misc reporting (2004).

Smoreda,Z. Raimond,A.and Couronné,T.(2013), Spatiotemporal data from mobile phones
for personal mobility assessment, In J. Zmud et al. (Eds) *Transport Survey Methods: Best Practice for Decision Making*, Emerald, 2013.

Toole, J. L., Ulm, M., Gonz_alez, M. C. & Bauer, D. (2012).Inferring land use from mobile phone activity. In Proceedings of the ACM SIGKDD international workshop on urban computing.

Varshavsky,A., M.Y. Chen, E. de Lara, J. Froehlich, D. Haehnel, J. Hightower, A. LaMarca, F. Potter, T. Sohn, K. Tang, I. Smith, (2006) Are GSM phones THE solution for localization?, in: WMCSA, pp. 20‑28.

Waag Society, Esther Polak and Jeroen Kee,.2002, Amsterdam Real Time, http://www.waag.org/realtime

Wigren, T., Adaptive enhanced cell-ID fingerprinting localization by clustering of precise position measurements, (2007), IEEE Trans. Veh.Technol. 56 - 3199‑3209.

Zhang, y. &Zuo,X.,2012, Detection and Analysis of Urban Area Hotspots Based on Cell Phone Traffic, JOURNAL OF COMPUTERS, VOL. 7, NO. 7, JULY 2012, P. 1753 -1760

Zhao,F., K. Lin, A. Kansal, D. Lymberopoulos, 2010, "Energy-accuracy trade-off for continuous mobile device location," in 8th international conference on Mobile systems, applications, and services. MobiSys , pp. 285–298