تواصل السيارات مع بعضها ونظم النقل الذكية

ملخص

لا شك أن عصر تكنلوجيا الاتصالات والثورة المعلوماتية التي نعيشها وتقنيات الاتصال الحديثة أتاحت لنا التطور في كافة نواحي الحياة وكان لقطاع النقل نصيباً من هذا التطور التكنولوجي الذي نعيشه حيث أصبح من الممكن أن نقوم بعمل ما كان من المستحيل تطبيقه في السابق كتواصل السيارات مع بعضها البعض بشكل منفصل عن تدخل العامل البشري حيث يتم هذا التواصل بفضل بناء نظم النقل الذكية التي تعتمد بشكل أساسي على شبكات اتصالات الجيل الخامس 5G.

لعل القارئ يتساءل عن هذه الإمكانية وماهي التقنية أو التكنولوجيا التي سمحت بذلك. هذا ما سوف يتم شرحه في الفقرات اللاحقة من هذا المقال. حققت لنا تقنية نظم النقل الذكية فوائد كبيرة في مجال النقل على سبيل المثال وليس الحصر ساهمت بشكل كبير في:

1- تقليل عدد الحوادث وعدد الوفيات الناتجة عن هذه الحوادث

2- الدقة في مواعيد الرحلات ودرجة الأمان العالية نتيجة لاستخدام هذه النظم.

3- توظيف تقنيات الاتصالات والآلات التي تدار بالحاسب الآلي والإلكترونيات للحصول على معلومات عن أداء مرافق النقل من طرق وشوارع ونقل عام وقطارات.

4- توفير الاتصال المتبادل بين المركبات

5- تحسين أداء شبكة الطرق بما يساعد في تقليل زمن الرحلات الذي يؤدى بدوره إلى تخفيض معدلات استهلاك الوقود ورفع كفاءة أداء التجارة.

6- سرعة الاستجابة للطوارئ على الطرق، وتقليل نسب التلوث عليها.

7- توحيد سياسة تسعير الخدمات والدقة في تسجيل المخالفات، وخلق فرص استثمارية جديدة.

1- التعريف بنظم النقل الذكية: Intelligent Transport System:

نظم النقل الذكية هي استخدام تقنيات الحاسب الآلي والإلكترونيات والاتصالات والتحكم لتلبية العديد من التحديات التي تواجهنا في النقل مثل:

- تحسين مستويات السلامة.
- الإنتاجية.
- الحركة العامة.

بالرغم من تفاقم الازدحام واستمرار الأخطار المحدقة بسلامة المسافرين يرتكز الاهتمام الكبير على استخدام تلك التقنيات في إدارة المعلومات المتعلقة بأداء مرافق النقل سواء كانت طرقاً معبدة أو قطارات بواسطة الروبوتات والإلكترونيات، كما يمكن أن يتم الحصول على معلومات بواسطتها حول الطقس والظروف الجوية والبيئية أو حتى حوادث التصادم. يبين الشكل (1) مخططاً بسيطاً لنظام نقل ذكي.

الشكل (1) نظام نقل ذكي

من خلال المخطط السابق البسيط لنظام النقل الذكي نلاحظ تكامل الخدمات بين كافة أنواع وسائط النقل (البرية – البحرية – الجوية) حيث يتم ربط كافة هذه الوسائط من خلال شبكة

واحدة تشرف على عمل هذه الوسائط بشكل عام، حتى يمكن لهذه النظم ايضاً الإشراف على عمل المنارات البحرية أو المنارات اللاسلكية في قطاع النقل الجوي.

توظف نظم النقل الذكية تقنيات الاتصالات الحديثة كشبكات الـ5G التي تشكل حجر الأساس في هذه النظم والآلات التي تدار بالحاسب (الروبوت) والإلكترونيات للحصول على معلومات عن:

- أداء مرافق النقل من طرق وشوارع ونقل عام وقطارات.
- الاتصال المتبادل بين المركبات أنفسها وبين الأجهزة الموضوعة على جوانب الطرق.
- معلومات عن الطقس والظروف الجوية والبيئية.
- معلومات عن حوادث التصادم الوشيكة الوقوع.

تمثل نظم النقل الذكية التطور الطبيعي للبنية التحتية الوطنية للنقل وذلك من خلال تحديثها لتواكب عصر المعلومات. وهذا هام بدرجة كبيرة نظراً لأنه كلما استمر الازدياد على النقل فإن نظم النقل الذكية ستساعد على توفير طاقة استيعابية أكبر وبكفاءة أعلى دون الاعتماد الكلي على إنشاء مرافق نقل جديدة.

تشير الدراسات إلى أن الجمع بين نظم النقل الذكية والإنشاءات الجديدة قادر على استيعاب النمو المروري المستقبلي بتوفير قدره 35% مما يلزم تجهيزه لتلبية الطلب المروري نفسه من خلال الإنشاءات الجديدة فقط. وتشمل الغايات الرئيسة لنظم النقل الذكية ما يلي:

1-زيادة الكفاءة التشغيلية لنظام النقل وزيادة سعته.

2-تحسين مستويات الحركة والراحة للمتنقلين.

3-تحسين مستوى السلامة المرورية.

4-تخفيض استهلاك الطاقة والحد من الآثار البيئية.

5-تحسين الإنتاجية الاقتصادية.

حيث تقوم العديد من الشركات والجامعات بإنشاء هذه التقنية، ويشترك في هذا المشروع شركات مثل شركة جنرال موتور (General Motors)، فولفو (Volvo)، فورد (Ford)،

مرسيدس وBMW، أيضاً تشترك العديد من الجامعات في الأبحاث القائمة على إنشاء مثل هذه التقنية منها جامعات مثل كاليفورنيا California ستانفورد Stanford.

2- وظائف نظم النقل الذكية وتطبيقاتها

تصنف نظم النقل الذكية إلى خمسة أصناف متعارف عليها بين المعنيين بها هي كالتالي:

1- النظم المتقدمة لإدارة المرور.

2- النظم المتقدمة لمعلومات المتنقلين.

3- نظم عمليات المركبات التجارية.

4- النظم المتقدمة للنقل العام.

5- النظم المتقدمة للتحكم بالمركبة وسلامتها.

وفيما سيتم عرض موجز لكل من هذه التطبيقات والخدمات المختلفة التي تقدمها.

2-1 النظم المتقدمة لإدارة المرور:

توظف هذه النظم تقنيات مبتكرة تعمل على تكامل النظم القائمة والجديدة لإدارة المرور ونظم التحكم لكي تكون مستجيبة لأحوال المرور المتغيرة (الديناميكية). وتمثل النظم المتقدمة لإدارة المرور «الطريق الذكي» الذي تتخاطب معه «المركبة الذكية»، وهذا هو الأساس الذي تعتمد عليه جميع التقنيات الأخرى لنظم النقل الذكية. ويمكن تعريف تطبيقات النظم المتقدمة لإدارة المرور من خلال خدمات المستفيدين التالية:

أ-**التحكم المروري:** تقوم خدمات التحكم المروري بتعظيم أداء الطرق السريعة والشوارع المزودة بإشارات مرورية والتنسيق بينها وبين عمليات النقل العام لموازنة الطلب مع السعة ضمن نظام النقل. وهذه الخدمة -ممثلة في أنظمة التحكم المركزي بالإشارات المرورية داخل المدن- هي الأقرب للتطبيق في المدن الكبرى التي تعاني شبكات شوارعها من الازدحام.

ب-**إدارة الأحداث الطارئة:** وذلك لتوفير إجراءات تدخل ذات كفاءة عالية في حالات الأحداث المرورية الطارئة والظروف الجوية السيئة وأعمال الطرق وفي المناسبات الخاصة.

وتركز التقنيات المتقدمة على استشعار وجود الحوادث الطارئة والتأكد من وقوعها من أجل تحسين زمن الاستجابة لها وإرسال الفرق الملائمة لها من حيث الأفراد والمعدات.

ج- **إدارة الطلب على الانتقال:** تخدم استراتيجيات إدارة الطلب على النقل لتقليل استخدام المركبات ذات الراكب الواحد وتشجيع استخدام المركبات متعددة الركاب، وأيضاً البدائل التي لا تعتمد على المركبة (المشي، الدراجات)، والتحكم بمواقف السيارات وتكلفتها، وتسعير الدخول للطرق، واستخدام أساليب إعطاء أفضلية الحركة.

د- اختبار غازات العوادم وتبديديها: وهذه توفر إمكانات لمراقبة جودة الهواء وإدارتها. ويمكن للحساسات أن تراقب الجودة العامة للهواء، وبناء على المعلومات التي تجمعها الحساسات يمكن تنفيذ استراتيجيات معينة لتقليل الانبعاثات الغازية. وهذه الخدمة قد تكون ذات فائدة في المدن المزدحمة التي ربما تعاني من ارتفاع مستوى التلوث على شبكاتها.

هـ- خدمات التحصيل الإلكتروني للرسوم: وهي تتيح للمتنقلين دفع رسوم خدمات النقل باستخدام بطاقات إلكترونية.

و- بلاغات الطوارئ والأمن الشخصي: توفر هذه الخدمة التبليغ الفوري عن الأحداث الطارئة والطلب الفوري للمساعدة، وهي تشمل البلاغات الخاصة بالأمن الشخصي للسائق والتبليغ الآلي عن التصادمات. وقد تكون هذه الخدمة قيمة جداً في بلد مترامي الأطراف.

ح- **إدارة مركبات الطوارئ:** تقلل هذه الخدمة الزمن الذي تستغرقه مركبات الطوارئ للاستجابة لبلاغ الحادث والوصول للموقع. وتتكون هذه الخدمة من إمكانات ثلاثة: إدارة الأسطول والإرشاد والتوجيه على المسارات وإعطاء أفضلية عند الإشارات. وهذه الخدمة مفيدة جداً وقد تعمل على تحسين مستوى السلامة المرورية المتدهور وذلك من خلال التقليل من الآثار المترتبة على الحوادث.

2-2 النظم المتقدمة لمعلومات المتنقلين:

تقوم النظم المتقدمة لمعلومات المتنقلين بالحصول على المعلومات وتحليلها وتوصيلها وعرضها لمساعدة المتنقلين بالنقل البري على الحركة من مكان انطلاقهم (المنبع) إلى

مقصدهم الذي يرغبون الوصول إليه. وتقوم هذه النظم بتلك المساعدة بأفضل طريقة تحقق احتياجات المتنقلين من حيث السلامة والكفاءة والراحة. وعموماً يمكن تصنيف تطبيقات النظم المتقدمة لمعلومات المتنقلين إلى الأصناف العامة التالية لخدمات المستخدمين:

أ-**معلومات المتنقلين قبل القيام بالرحلة:** وتقوم هذه الخدمة بتزويد المتنقلين بمعلومات لاختيار وسائط النقل وزمن الانتقال وقرارات اختيار المسارات وذلك قبل المغادرة.

ب-**معلومات إرشادية للسائقين في أثناء الرحلة:** وهذه تقدم إرشادات صوتية وتعرض علامات مرئية داخل المركبة وخارجها (مثل اللوحات ذوات الرسائل المتغيرة على الطرق) لأجل تحقيق السلامة والراحة والكفاءة.

ج- **التوجيه بالمسارات:** توفر هذه الخدمة إرشادات سهلة للمتنقلين عن كيفية الوصول لمقاصدهم.

د- التوفيق بين الركاب للمشاركة في الرحلة نفسها وإجراء حجوزاتهم: توفر هذه الخدمة التوفيق بين الركاب بشكل ديناميكي أو لرحلة واحدة فقط.

هـ- **معلومات خدمات المتنقلين:** ويقصد بها «الدليل التجاري الإلكتروني» المتكامل مع نظام المعلومات قبل الرحلة والمعلومات في أثناء الرحلة.

هذه الخدمات للنظم المتقدمة لمعلومات المتنقلين موجهة أساساً لراحة المتنقلين وهي تكتسب مزيداً من الأهمية في الدول المتقدمة، إلا أنها قد لا تكون ذات جدوى في مجتمعاتنا لأسباب عدة منها:

- محدودية إلمام المجتمع بصناعة المعلومات واستخدامها.
- محدودية الوسائط البديلة المتوفرة للنقل داخل المدن.
-عدم إدراك قيمة الوقت من قبل كثير من العامة.

وبالرغم من ذلك، ربما يكون من الملائم إدخال خدمة الإذاعة المرورية الإرشادية على الطرق والتي تبث معلومات عن الأحوال المرورية وإعطاء إرشادات للسائقين كما قد تلعب اللوحات ذوات الرسائل المتغيرة على الطرق دوراً هاماً في إدارة الازدحام المروري.

2-3 نظم عمليات المركبات التجارية:

وهذه تطبق مختلف تقنيات نظم النقل الذكية لتحسين سلامة وكفاءة المركبات التجارية (الشاحنات والحافلات خصوصاً) وتحسين حركة البضائع. ونظم عمليات المركبات التجارية مبنية على المجالات الوظيفية الخاصة بالنظم المتقدمة لإدارة المرور والنظم المتقدمة لمعلومات المتنقلين والنظم المتقدمة للتحكم بالمركبة وسلامتها. ويمكن تعريف تطبيقات عمليات المركبات التجارية في خدمات المستفيدين التالية:

أ- التخليص الإلكتروني للمركبات التجارية (التخليص مسبقاً): تتيح هذه الخدمة للمركبات التجارية المزودة بأجهزة التخاطب الآلي اللازمة العبور عبر نقاط التفتيش، مثل محطات الوزن والحدود الدولية دون الحاجة للتوقف إذا كانت مستنداتها وحمولاتها نظامية. وهذه الخدمة قد تكون مفيدة عند محطات وزن الشاحنات ولمراقبة التزام المركبات التجارية بالأنظمة.

ب- الفحص الآلي للسلامة من جانب الطريق: ويشمل القدرة على الوصول إلكترونياً من جانب الطريق لمستندات السلامة الخاصة بالناقلين والمركبات والسائقين. والكشف المتقدم سيعمل بكفاءة على فحص الأنظمة الضرورية للمركبة ومدى ملاءمة السائقين واستعدادهم لأداء مهامهم وكذلك مدى صلاحية رخص قيادتهم.

ج- مراقبة السلامة من على متن المركبة: تراقب هذه الخدمة أداء السائق والمركبة والشحنة وتبلغ السائق والشركة الناقلة وربما منفذي الأنظمة عن أي وضع غير آمن.

د- العمليات الإدارية للمركبات التجارية: توفر هذه العمليات الشراء الإلكتروني للوثائق الثبوتية اللازمة والتسجيل الآلي للمسافات المقطوعة والوقود المستهلك وذلك لأغراض الضرائب.

هـ- الاستجابة لحوادث المواد الخطرة: توفر هذه الخدمة معلومات عن تسربات المواد الخطرة لتبليغها لعمليات الطوارئ، مثل الدفاع المدني، مما ينتج عنه تحقيق استجابة أسرع

وأكثر ملاءمة لحوادث المواد الخطرة. وهذه الخدمة ستصبح ذات أهمية في حال التوسع في نقل المواد الخطرة لتلبية حاجات الصناعات المختلفة.

و – إدارة أسطول المركبات التجارية: توفر وسائط الاتصال الحديثة –(كالنظام العالمي لتحديد المواقع بالأقمار الصناعية (GPS) بين السائقين ومركز عمليات الشركة الناقلة)– نقل معلومات حية تساعد الناقل على تخطيط وجدولة رحلات مركباته وتوجيهها لتسلك المسارات المطلوبة. وهذه الخدمة ستكون مفيدة جداً في إدارة أساطيل الشركات العاملة في نقل الركاب والبضائع وكذلك أساطيل مركبات الطوارئ والشرطة وأمن الطرق.

2-4النظم المتقدمة للنقل العام:

تنطوي النظم المتقدمة للنقل العام على تطبيق التقنيات الإلكترونية المتقدمة لتنفيذ وتشغيل مركبات النقل الجماعي بما في ذلك الحافلات وعربات القطارات والمنظومة الكاملة لمركبات شبه النقل العام (مثل الحافلات الأهلية وسيارات الأجرة). وعموماً تقع التطبيقات في أصناف خدمات المستخدمين التالية:

أ– إدارة النقل العام: وتعمل على أداء وظائف التشغيل والتخطيط والإدارة بطريقة آلية.

ب–النقل العام الشخصي: يمكن أن تتكون مركبات النقل العام هذه من حافلات صغيرة وفانات وسيارات أجرة وغيرها من المركبات الصغيرة التي يشترك فيها أكثر من راكب. وفعلياً يمكنها أن توفر خدمات نقل من الباب إلى الباب بتمديد مناطق تغطية مسارات معينة للنقل العام ذي المسارات الثابتة إلى داخل المواقع والأحياء القليلة الكثافة السكانية.

ج– أمن الانتقال العام: وتخلق هذه الخدمة بيئة آمنة لمستخدمي النقل العام ومشغليه باستخدام نظام أمن محمول بالمركبة ليقوم بالمراقبة والتحذير من الحالات الخطرة.

د– خدمات الدفع الإلكتروني: والغاية من ذلك هو إتاحة إمكانية إدارة تحميل الركاب ودفع التعرفة على متن المركبة باستخدام طرق الدفع الإلكترونية.

2-5النظم المتقدمة للتحكم بالمركبة وسلامتها:

تجمع النظم المتقدمة للتحكم بالمركبة وسلامتها بين الحساسات والحاسبات الآلية ونظم التحكم في المركبات وفي البنية التحتية من أجل تحذير السائقين ومساعدتهم أو للتدخل في مهمة القيادة بدلاً عنهم. ويشمل الغرض من هذه النظم تحقيق مستويات سلامة أعلى للمركبة، وتخفيف حدة الازدحام في الطرق السريعة الحضرية، وتحقيق مستويات أفضل لإنتاجية الطرق بين المدن، مما يؤدي لإيجاد مفاهيم مبتكرة لخدمات النقل البري. وعموماً، تقع تطبيقات النظم المتقدمة للتحكم بالمركبة وسلامتها ضمن التصنيفات العامة التالية لخدمات المستخدمين:

أ-تفادي الاصطدام الطولي: يشمل ذلك استشعار التصادمات المحتملة وتحسين أداء السائق لتفادي التصادم والتحكم مؤقتاً بالمركبة للمساعدة على تقليل الإصابات. كما يشمل أيضاً استشعار العوائق الثابتة سواء أمام المركبة أو خلفها.

ب-تفادي الاصطدام العرضي: يشمل الاصطدام العرضي المركبات التي تترك حاراتها المرورية في أثناء حركتها الأمامية. وستساعد تقنية تفادي الاصطدام العرضي على تخفيض عدد التصادمات العرضية بإعطاء تحذيرات من التصادم عند التغيير من حارة مرورية لأخرى، وعند البقع العمياء بجوار المركبات، وعند مغادرة حافة الطريق، والتحكم بالمركبة في هذه الحالات.

ت-التحذير من التصادمات عند التقاطعات والتحكم بها: وهذه الخدمة تتيح تلافي الاصطدامات عند التقاطعات التي تتكرر عندها التصادمات والمخالفات بسبب عدم وضوح أنظمة أحقية المرور عندها.

د- تحسين الرؤية من أجل تلافي الاصطدام: هذه الخدمة تحسن قدرة السائق على رؤية الأشياء الموجودة على الطريق وحوله. وتتطلب هذه الخدمة وجود أجهزة على ظهر المركبة لاستشعار الأخطار (مثل الضباب والغبار) ومعالجة هذه المعلومات وعرضها للسائقين للاستفادة منها.

هـ-الجاهزية للسلامة (التحذير من الإعاقات): وتوفر التحذير بخصوص حالة السائق والمركبة والبنية التحتية للطريق. وتقوم أجهزة محمولة داخل المركبة بمراقبة وقياس حالات السائق دون مضايقة وتوفر تحذيراً له عند النعاس أو غيرها من الحالات المعيقة للسلامة.

و- تشغيل وسائل تثبيت الركاب قبل الاصطدام: تطبق هذه التقنية على الأجهزة التي تتوقع حدوث اصطدام وشيك وتقوم بتشغيل ميكانيكية الحفاظ على سلامة الركاب قبل الاصطدام، وذلك بناء على تفاصيل متعلقة بالمركبات والأجسام المعترضة.

ز- التشغيل الآلي للمركبات (أو نظام الطريق الآلي): إن تكامل وظائف التحكم العرضية والطولية ستتيح تحقيق المركبة الآلية التي تؤدي وظيفة البقاء في الحارة المرورية والحفاظ على مسافة آمنة من المركبات الأخرى المحيطة.

3-الاتصالات اللاسلكية المستخدمة مع أنظمة النقل الذكية:

تم اقتراح أشكال مختلفة من تقنيات الاتصالات اللاسلكية لأنظمة النقل الذكية. حيث يتم استخدام اتصالات المودم اللاسلكي على ترددات UHF و VHF على نطاق واسع من أجل الاتصالات القصيرة والطويلة داخل أنظمة النقل الذكية.

ومع تطور شبكات الاتصال الخليوي وتقنية معالجة المعلومات وتعلم الآلة تم الاعتماد على شبكات الجيل الخامس بشكل أساسي لتأمين الاتصال اللاسلكي لأنظمة النقل الذكية وفيما يلي شرح لتقنية الـ5G المستخدمة في أنظمة النقل الذكية.

واعتبار أن نظم النقل الذكية مكونة من خمس وظائف مستقلة، كما تم الشرح أعلاه إلا أن الحجر الأساس لتحقيق كافة المتطلبات السابقة وبناء نظام نقل ذكي كان عن طريق استخدام شبكات الجيل الخامس 5G وذلك باستخدام مجموعة كبيرة من الحساسات التي يتم تبادل المعلومات مع مركز القيادة والتحكم. وفيما يلي شرح موجز لهذه التقنية ومكوناتها وكيف تم بناء شبكات الجيل الخامس 5G

4-مقدمة عن تقنيات الجيل الخامس 5G:

إن أهم التطورات العلمية التي ظهرت في نهاية القرن العشرين هي الهاتف الخليوي والاتصالات الخليوية التي تمثل بُعداً واسعاً ومتصاعداً بشكل كبير لعدد المشتركين في أنحاء العالم حيث أن:

شبكات الجيل الأول 1G: قدمت لنا خدمة الهاتف الخلوي فقط.

شبكات الجيل الثاني 2G: أضافت للشبكة الخلوية خدمة الرسائل النصية القصيرة SMS.

شبكات الجيل الثالث 3G: أتاحت للمستخدمين أمكانية إرسال رسائل الوسائط المتعددة MMS وخدمة تصفح الانترنت ولكن بسرعات متوسطة.

شبكات الجيل الرابع 4G: شكلت قفزة نوعية في خدمات الأنترنت وتطبيقاتها (تحميل – تصفح –إرسال بيانات– ...). لقد وصل عدد المشتركين في نظام الهاتف الخليوي عام 2010 إلى 900 مليون مشترك في العالم كله ولكن مع الانفجار السكاني أصبح هذا العدد متزايد بشكل كبير جداً، لنظراً للخدمات العددية التي تؤمنها الشبكات الخلوية وزيادة الطلب على الشبكات الخلوية.

لكن السؤال الذي يطرح؟

بما أن شبكات الجيل الرابع تلبي المتطلبات الحالية فما هي الحاجة لشبكات الجيل الخامس.

الإجابة عن هذا السؤال هي:

إن شبكات الجيل الرابع وصلت إلى حد الإشباع Limited وكما هو معروف فإن المجال المخصص للأمواج اللاسلكية هو من (1Hz–300GHz) وكافة الشركات تسعى للحصول على جزء من هذا المجال (License) لاستخدامه في تطبيقات معينة فعلى سبيل المثال هناك شركة في عام2010 اشترت الـ (License) لاستخدام الحزمة (65MHz) بعدة مليارات من الدولارات. كما أنه بالنسبة لأغلب الدول العظمى أصبح المجال الترددي المستخدم مع شبكات الجيل الرابع مزدحماً (Crowded) حيث أشارت الدراسات إلى أنه عام2020 أصبح عدد مستخدمي الشبكات الخلوية كما يلي:

* 4 مليار إنسان.

* الواردات من استخدام الاتصالات حوالي 4 ترليون دولار.
* عدد التطبيقات حوالي 25 مليون تطبيق.
* 25 مليار جهاز متصل بالشبكة.

كل هذه الأجهزة سيكون اتصالها بالشبكة بشكل لاسلكي وبالتالي ستحتاج إلى عرض مجال أوسع لتأمين اتصال هذه الأجهزة.

5-مواصفات الجيل الخامس Features of Fifth Generation:

1- زيادة عدد الأجهزة المتصلة بالشبكة سواء(سلكياً - لاسلكياً) إلى حوالي (100) ضعف عدد الأجهزة المتصلة في شبكات الـ 4G.

2- من المتوقع أن توفر شبكات الجيل الخامس 5G إمكانية (availability) حوالي 99.999% وهذه الإمكانية لن تسمح بأي تأخير في الشبكة في حال كان هناك عدد كبير من الأجهزة المتصلة بالشبكة، ويتوقع أن يبلغ عدد المستخدمين في شبكات الـ5G مليون مستخدم في مساحة $1km^2$

3- تأمين تغطية جيدة تصل نسبتها إلى 100% في حال one cell وحتى في حال وجود المستخدم في أبنية تحت الأرض تكون التغطية جيدة.

4- يؤمن سرعة نقل بيانات من Gbps (1-10) في حين أنه في شبكات الجيل الرابع أكبر سرعة تم الوصول إليها هي أقل من 1Gbps. فمثلاً بدلاً من أن يستغرق تحميل فلم كامل حوالي نصف ساعة في شبكات الجيل الرابع 4G يمكن تحميله في ثانية واحدة في شبكات الجيل الخامس 5G.

5- التأخير الناتج عن الإرسال عند طلب الجهاز(موبايل- حساس- سيارة...) للاتصال مع السيرفر يبلغ حوالي 1msec بينما يبلغ هذا التأخير في شبكات الجيل الرابع 4G حوالي 100s msec.

6- عرض الحزمة الذي سيوفر سيكون حوالي 1000 ضعف عن العرض الموجود حالياً في شبكات الجيل الرابع.

7- استهلاك أقل من الطاقة مما يسمح بزيادة عمر البطارية بمقدار 10 أضعاف وهذا الاستهلاك الأصغري في الطاقة مهم جداً عند استخدام الحساسات في انترنت الأشياء IOT(Internet Of Things)

6- مكونات شبكات الجيل الخامس 5G :

لقد بنت وصممت شبكات الجيل الخامس كما هو موضح بالشكل (2) بالاعتماد على خمس تقنيات أساسية هي:

الشكل (2) التقنيات التي صمم على أساسها الجيل الخامس

1-الاعتماد على الأمواج الميليمترية Millimeter Waves.

2-الخلايا الصغيرة Small Cell.

3-الهوائيات المتعددة Massive MIMO.

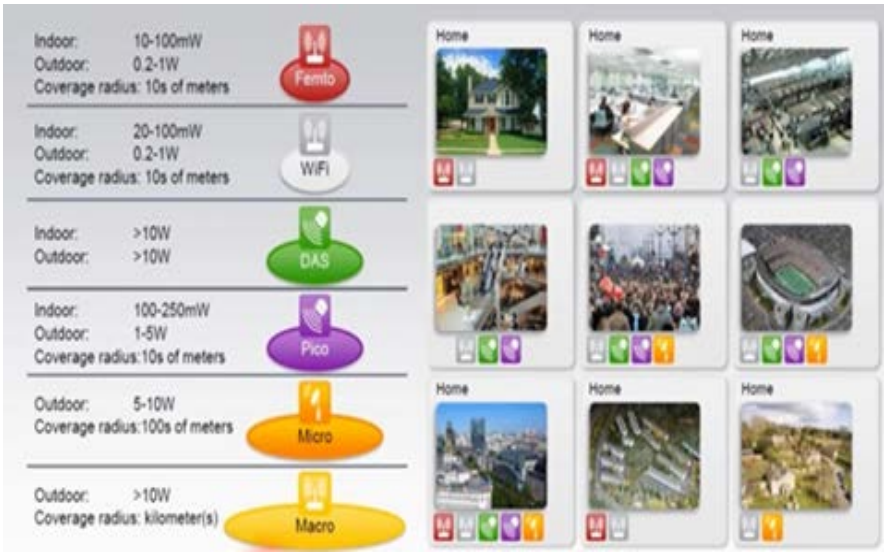
4-توجيه الحزمة Beamforming.

5-والإرسال المزدوج (الكامل بالاتجاهين) Full Duplex.

وفي هذا البحث سنشرح فقط مفهوم الخلايا الصغيرة Small Cell

7-الخلايا الصغيرة Small Cell:

من المعروف أن الخلية هي حجر الأساس في أي نظام خليوي حتى أن اسم النظام مشتق من اسم الخلية وفي نظام الـG5 تمت المحافظة عل هذا المفهوم ولكن تم اعتماد معايير جديدة بحيث تم تقسيم الخلايا إلى عدة أنواع بناءً على نصف قطر تغطية الخلية كما هو موضح في الشكل (3).



الشكل (3) أنواع الخلايا المستخدمة في شبكات الجيل الخامس

من الشكل نلاحظ أنه يوجد لدينا ستة أنواع من الخلايا وهي:

1-الخلايا من نوع Femto Cell:

نصف قطر تغطية هذه الخلية (Coverage Radius) بحدود مئات الأمتار والاستطاعة داخل المبنى (Indoor = (10−100)mW) أما الاستطاعة خارج المبنى فتساوي (Outdoor= (0.2−1)W).

2-الخلايا من نوع Wi-Fi:

نصف قطر تغطية هذه الخلية (Coverage Radius) بحدود مئات الأمتار والاستطاعة داخل المبنى (Indoor = (20−100)mW) أما الاستطاعة خارج المبنى فتساوي (Outdoor= (0.2−1) W).

3- الخلايا من نوع (DAS(Distributed Access System :

الاستطاعة داخل المبنى (Indoor >10w) أما الاستطاعة خارج المبنى فتساوي (Outdoor>10w).

4- الخلايا من نوع Pico Cell:

الاستطاعة داخل المبنى (Indoor (100-250)mw) أما الاستطاعة خارج المبنى فتساوي

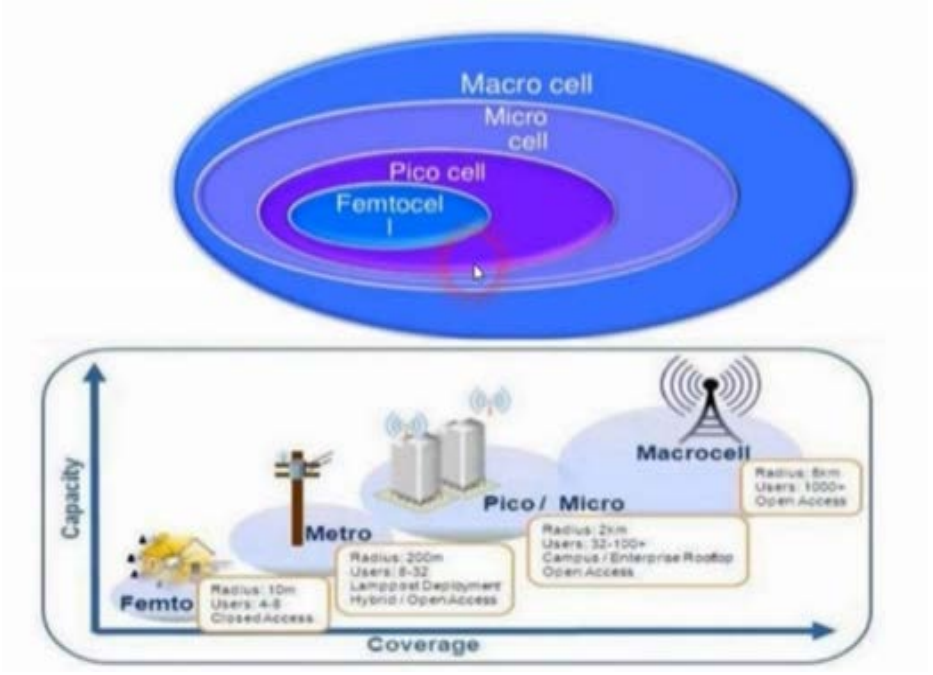
(Outdoor (1-5)w) نصف قطر تغطية هذه الخلية (Coverage Radius) بحدود عشرات الأمتار.

5- الخلايا من نوع Micro Cell:

نصف قطر تغطية هذه الخلية (Coverage Radius) بحدود مئات الأمتار ولا تستخدم هذه الخلايا داخل المباني، أما الاستطاعة خارج المبنى فتساوي ((5-10) =Outdoor W).

6- الخلايا من نوع Macro Cell:

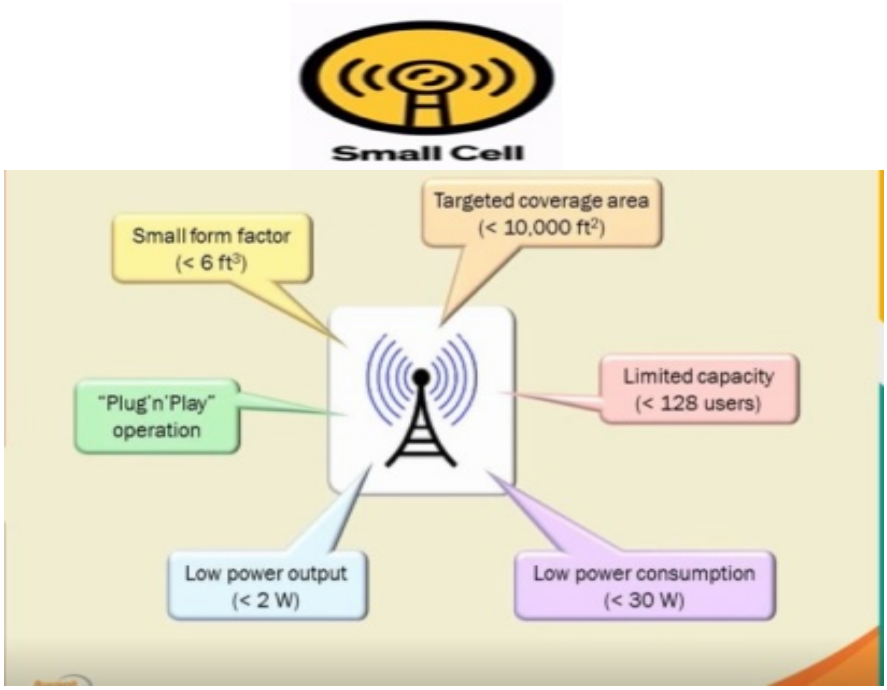
نصف قطر تغطية هذه الخلية (Coverage Radius) بحدود عشرات الكيلومتر ولا تستخدم هذه الخلايا داخل المباني، أما الاستطاعة خارج المبنى فتساوي (Outdoor>10W).كما يبين الشكل (4) تمثيلاً بيانياً لسعة الخلية كتابع لنصف التغطية حيث نلاحظ كلما زادت السعة تزداد معها التغطية.



الشكل (4) سعة النظام الخليوي كتابع لنصف قطر تغطية الخلية

8-مواصفات الخلية الصغيرة Small Cell:

يبين الشكل (5) أهم المواصفات الواجب تحقيقها في الخلية لكي نسميها خلية صغيرة.



وهذه المتطلبات هي:

- ✓عامل تغطية صغير.
- ✓دخول مباشر على الشبكة أي أن تكون جاهزة للعمل بشكل مباشر دون أي تأخير وأي مستخدم ينضم للشبكة ستكون قادرة على تأمين الاتصال له.
- ✓استهلاك أقل للاستطاعة (الهوائيات).
- ✓استطاعة أقل بالنسبة للمستخدمين المتصلين بهذه الخلية.
- ✓محدودية عدد المستخدمين.
- ✓ مساحة التغطية لها تكون صغيرة من عدة أمتار الى مئات من الأمتار.

وبذلك تم تسليط الضوء على جزء من مكونات شبكات الجيل الخامس في النظام الخليوي الذي يمثل قفزة نوعية في مجال خدمات الهاتف الخليوي التي من المتوقع أن تغير مفهوم

التحكم بالأجهزة الإلكترونية بشكل جذري عما هو متعارف عليه في الوقت الحالي وذلك عن طريق استخدام تقنية انترنت الأشياء الـ (IOT) (Internet Of Thing) التي هي أحد أهم تطبيقات شبكات الجيل الخامس 5G.

9- أنواع الاتصالات بين المركبات في نظم النقل الذكية (VANET):

يشير مصطلح VANET لشبكات مركبات ذات الاتصال من نوع واحد- لواحد وهو اختصار للكلمات

Vehicular Ad hoc Networksفي أنظمة النقل الذكية نميز بشكل أساسي بين ثلاثة أنواع رئيسية من الاتصالات ضمن هذه النظم وهي:

1-الاتصالات من نوع مركبة لمركبة Vehicle To Vehicle أو ما يدعى V2V.

2-الاتصالات من نوع مركبة لوحدة مراقبة الطريق Vehicle To Road Side Unit أو ما يدعى V 2 RSU

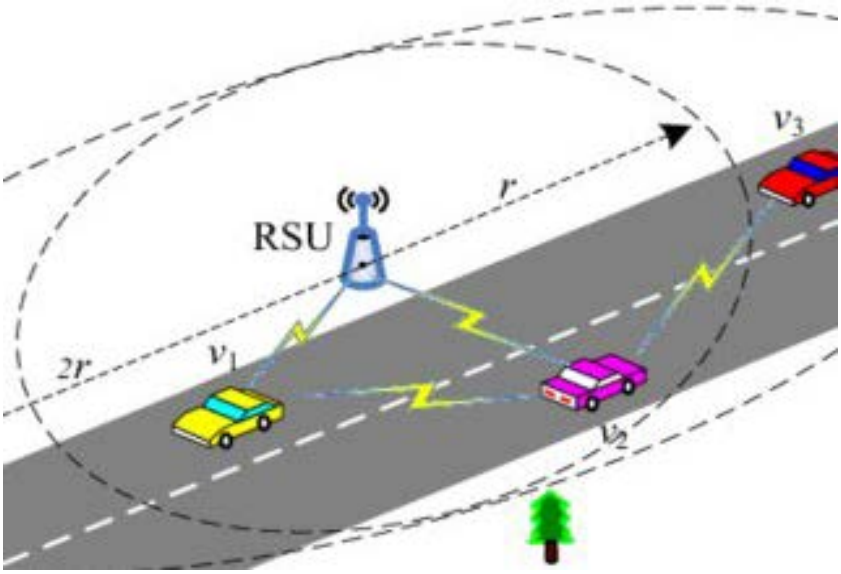
3-الاتصال ضمن مكونات العربة نفسها Salve Commutation.

وفيما يلي سيتم شرح كل نوع من هذه الأنواع بشكل مختصر نظراً لأن كل نوع يحتاج إلى عدد كبير من المقالات ليتم فهمه وشرح آلية عمله بالتفصيل.

9-1 الاتصالات من نوع مركبة لمركبة Vehicle To Vehicle :

عندما تم التفكير في مثل هذه التقنية كان هناك حلم أطلق عليه اسم "vision zero" وهو ما يعنى تقليل عدد الحوادث إلى الصفر. باستخدام هذه التقنية يستطيع قائد كل مركبة معرفة وتوقع حركة السيارات حيث تتشارك جميع السيارات المعلومات مع بعضها البعض فتستطيع أن تدرك ما الذي سيفعله قائد المركبة التي أمامك مثلاً: هل هو يبطئ من سرعته قليلاً أم سيتوقف تماماً. إن كل سيارة بها كاميرات أمامية وخلفية وكاميرات داخلية وحساسات وكاشفات للحركة وباستخدام المعالجة الحاسوبية التي سوف تحسن استغلال كل هذا الأدوات للتنبؤ بما يحدث وترسله لك ولغيرك ولجميع السيارات المجاورة فمثلاً إذا حدث عطل مفاجئ للسيارة مما يستدعى الوقوف المفاجئ يحلل الحاسوب هذا السبب ويرسله لك مما يجعلك على علم بمثل هذا الوقوف فتأخذ حذرك في التعامل مع مثل هذا الحدث.

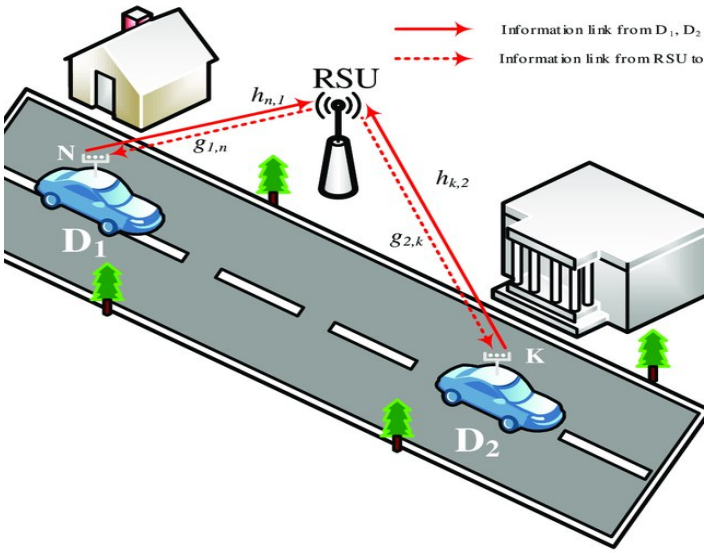
يبين الشكل (6) مبدأ الاتصال من نوع V2V حيث يتم في هذا الاتصال بين العربتين المتجاورتين بشكل آلي دون تدخل قائد المركبة لتبادل المعلومات بين المركبتين من حيث السرعة والمسافة الفاصلة بين المركبتين. وحتى يتم تبادل معلومات عن الحالة الفنية للمركبتين ومسافة الاتصال بين المركبتين تحدد من خلال تأسيس نظام النقل الذكي حيث كل مركبة تحوي على حساسة عديدة (مسافة – حرارة – رطوبة – ضغط ...الخ) يتم جمع قراءة هذه الحاساسات ومعالجتها وتخزينها ضمن وحدات ذاكرية ليتمكن نظام النقل الذكي من اتخاذ القرار وتقييم حالة المركبات المتجاورة.



الشكل (6) نظام اتصال من نوع V2V

9-2 الاتصالات من نوع مركبة لوحدة مراقبة الطريق Vehicle To Road Side Unit:

وفق هذا النوع من الاتصالات أو الشبكات يوجد على جوانب الطريق وحدات نفاذ (Access Point) مهمة هذه الوحدات تجميع المعلومات من مختلف أنواع السيارات التي توجد ضمن منطقة تغطية هذه الوحدات وتقوم بمعالجة وتحليل هذه المعلومات وتخزينها من أجل تبادلها مع مختلف المركبات المتصلة معها كما يتم تبادل هذه المعلومات مع وحدات النفاذ الأخرى المتصلة معها لكي يتم معرفة الحالة الفنية للمركبات في كل لحظة ومن أجل التوجيه الصحيح للمسارات وللطرقات الأقل والأكثر ازدحاماً. يبين الشكل (7) نموذجاً لهذا النوع من الاتصالات.



الشكل (7) شبكات من نوع V2RSU

من خلال الشكل نلاحظ كيف يتم تبادل المعلومات بين المركبات وبين نقطة النفاذ الموجودة على جانب الطريق ومن الممكن أن يكون مخزناً ضمن وحدة النفاذ قاعدة معطيات عن المنطقة أو أماكن تواجد الفنادق أو إمكانية وجود محطات تعبئة الوقود حيث يتم تبادل هذه المعلومات بشكل آلي بين حاسب المركبة وبين نقاط النفاذ هذه.

3-الاتصال ضمن مكونات العربة نفسها Salve Commutation:

في هذا النوع من الاتصالات يتم تبادل المعلومات بين أجزاء المركبة نفسها حيث يتم تركيب حساسات على كافة أجزاء المركبة الداخلية منها والخارجية سواء حساسات المحيط أو حساسات درجة الحرارة أو حساسات الوقود وهنا يتم التعامل بطريقة مختلفة عن الطريقة القديمة في تبادل الإشارات والمعطيات حيث يتبادر لذهن القارئ بأن تبادل هذه المعلومات كان ولازال موجوداً في المركبات الحديثة. ويتم إدارة هذه المعطيات عن طريق الحاسب الموجود في المركبة.

ولكن الجواب يكون في طريقة تبادل المعلومات وطريقة معالجة هذه المعلومات حيث نلاحظ من الشكل (8) أنه يكون لكل جزء من أجزاء السيارة بطاقة SIM خاصة به يتم تبادل المعلومات مع وحدة المعالجة المركزية ويتم زيادة أو تقليل السرعة مثلاً في حال حدوث أي عطل أو عطب في المركبة بشكل آلي دون تدخل السائق مثلاً في حال حدوث

إي عطل في علبة السرعة يتم تبادل المعطيات مع مضخة الوقود لتقليل السرعة أو لنظام الكبح الأوتوماتيكي بإيقاف المركبة.

الشكل (8) اتصال حساسات أجزاء المركبة مع بعضها البعض

"...في نهاية هذا المقال يتم ملاحظة أن كافة جهود وإمكانيات الصناعات الحديثة في مجال قطاع النقل هو الحافظ على العنصر البشري الذي يشكل حجر الأساس في هذا القطاع مع ملاحظة أن الآفاق المستقبلية في هذا القطاع هو التخلي بشكل كامل عن تواجد العنصر البشري بحيث يتم بشكل آلي قيادة المركبات بفضل تطور شبكات الـVANET التي تم بناؤها بشكل أساسي كما ذكرنا على تقنيات الـ 5G علماً أن هذه التقنية أدرجت بشكل فعلي في حياة المواطن كما هو الحال في الإمارات العربية المتحدة."

آفاق التطوير المستقبلي لقطاع النقل:

الطريق السريع الذكي أو الطريق الذكي Smart highway

المراجع

1- Australian Communications and Media Authority، "3.6 GHz band spectrum auction results"، Australian Communications and Media Authority، ACMA، 2019. Available: https://www.acma.gov.au/theACMA/3-6-ghzband-spectrum-auction-results [Accessed on 9 March 2019].

2-T. A. Khan، A. Alkha4teeb، and R. W. Heath، “Millimeter wave energy harvesting،” IEEE Transactions on Wireless Communications، 2016.

3-K. Girija Sravani1،2 • D. Prathyusha1 • G. R. K. Prasad1 • Ch. Gopi Chand1 • P. Ashok Kumar1 • Koushik Guha1،2 • K. Srinivasa Rao1،" Design of reconfigurable antenna by capacitive type RF MEMS switch for 5G applications"، 13 July 2020.