

ITRAINONLINE MMTK

معايير الشبكات اللاسلكية – كراسة المتدرب

إعداد: ألبيرتو إسكوديرو باسكال، aep@it46.se
إعتماداً على العمل الأصلي لبرونو روجر / ESMT
النسخة العربية: أنس طويلة، www.tawileh.net/anas

1	ITRAINONLINE MMTK
2	1. عن هذا المستند
2	1.1. معلومات حفظ الملكية الفكرية
2	2.1. درجة الصعوبة
2	2. مقدمة
2	3. ما هو المعيار؟
3	4. المعايير المفتوحة والمغلقة؟
4	5. IEEE ومجموعات العمل التابعة له
4	1.5. معايير IEEE 802 لشبكات المناطق المحلية والحضرية
4	6. تاريخ الشبكات اللاسلكية IEEE 802.11
5	1.6. إلتباس التسميات
5	7. الجوانب التقنية لمعايير IEEE 802.11
5	1.7. الطبقة الأولى (PHY) 802.11
6	1.71. تقنيات الترميز
7	1.72. التردد
7	2.7. الطبقة الثانية (MAC) 802.11
8	2.71. أسلوب الوصول إلى الناقل
8	8. تعديلات معايير IEEE 802.11
9	1.8. IEEE 802.11b
9	2.8. IEEE 802.11a
9	3.8. IEEE 802.11g
10	4.8. IEEE 802.11n
10	4.81. التنوع الفضائي Spatial Diversity
10	4.82. ترميز التقسيم الفضائي Spatial Division Multiplexing – SDM
11	5.8. ملخص بتعديلات معيار 802.11
11	9. WiFi (IEEE 802.11) في مقابل (WiMAX (IEEE 802.16
12	1.9. نطاق التغطية
12	2.9. إمكانية التوسيع وقدرة الإرسال
12	3.9. جودة الخدمة
13	10. الخلاصة

1. عن هذا المستند

تشكل هذه المواد التدريبية جزءاً من حزمة تدريب الوسائط المتعددة Multimedia Training Kit (MMTK)). توفر هذه الحزمة مجموعةً متكاملةً من المواد التدريبية والموارد الداعمة للإعلام الاجتماعي، مراكز الوسائط المتعددة للمجتمعات، مراكز الولوج البعيد وغيرها من المبادرات باستخدام تقنيات المعلومات والاتصالات لتدعيم المجتمعات ودعم نشاطات التنمية.

1.1 معلومات حفظ الملكية الفكرية

لقد تم إصدار هذه الوحدة ضمن إتفاقية الترخيص Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 2.5 السويد. للحصول على المزيد من المعلومات عن كيفية استخدام هذه المواد يرجى الإطلاع على نص حماية الملكية الفكرية المضمن مع هذه الوحدة أو راجع [/http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/se](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/se)

2.1. درجة الصعوبة

درجة صعوبة هذه الوحدة: متوسط مع بعض الأجزاء المتقدمة. لقد تم التنويه إلى الأجزاء المتقدمة بوضعها ضمن إطار أحمر لتنبيه القارئ إلى درجة الصعوبة الأعلى لهذه المواد.

2. مقدمة

تهدف هذه الوحدة إلى تزويد القارئ بدليل لغابة المعايير الخاصة بالشبكات اللاسلكية. جميعنا يعرف معيار IEEE 802.11 لكن ما هي الفوارق التقنية بين نكهاته المختلفة؟ ما المقصود "تقنياً" بأن المعيار س أسرع عشر مراتٍ من المعيار ع؟

لا تقتصر تغطية هذه الوحدة على معايير الشبكات اللاسلكية IEEE 802.11 الأكثر شيوعاً، بل تتضمن أيضاً تعريفاً بالمعيار الجديد للشبكات اللاسلكية السريعة (WiMAX IEEE 802.16). تقدم هذه الوحدة أيضاً مقارنةً تقنيةً بين المعايير المختلفة من حيث نطاق التغطية، إمكانية التوسع وجودة الخدمة بغية المساعدة على استيعاب الفروق الأساسية بين هذه المعايير.

3. ما هو المعيار؟

قبل الخوض في غابة معايير الشبكات اللاسلكية، دعنا نتعرف أولاً على مفهوم "المعيار". ما هو تعريف المعيار ولماذا تمتلك المعايير قدراً كبيراً من الأهمية؟

لقد عرّفت اللجنة الإستشارية لسياسة المعايير الوطنية US-NSPAC في العام 1978 "المعيار" بأنه:

"مجموعة محددة مسبقاً من القواعد، الشروط أو المتطلبات المتعلقة بتعريف المصطلحات، تصنيف المكونات، تحديد المواد، الأداء أو الإجراءات، تخطيط العمليات، القياسات الكمية أو الجودة لتوصيف المواد، المنتجات، الأنظمة، الخدمات أو الممارسة".

من المدهش بأن غالبية المعايير التقنية تبنى من قبل أطراف تتنافس على سوق واحد مشترك. كيف يمكن للمتافسين أن يعملوا جنباً إلى جنب في نفس الوقت الذي يتنازعون فيه على اقتناص حصة أكبر ضمن السوق الواحد؟

من المؤكّد بأنه لو كانت معيرة التجهيزات، البرمجيات والأنظمة عديمة الفائدة بالنسبة للمنتجين فلا حاجة أساساً لتكديّد عناء وضع المعايير ولما وجدت أساساً أياً من هذه المعايير.

بالنسبة للمنتجين فإن إنتاج منتج متوافق مع معيار محدد يعني ضمناً إمكانية تشغيل هذا المنتج مع جميع المنتجات الأخرى المتوافقة مع هذا المعيار. كما يمنح ذلك أيضاً هذا المنتج إمكانية الوصول إلى أسواق عالمية يعرف زبائنها هذا المعيار إلا أنهم لا يألفون هذا المنتج بعينه. تستخدم المعايير من قبل المنتجين لكي تضمن للمستهلك سوية معينة من الأمن، الجودة والتناغم في منتجاتهم. أما بالنسبة للمستهلك فإن المنتج المتوافق مع معيار ما يضمن إمكانية تشغيل هذا المنتج مع منتجات أخرى وبالتالي تحريرهم من قيد الارتباط بمنتج واحد.

4. المعايير المفتوحة والمغلقة؟

يمكننا بغية التسهيل تصنيف المعايير إلى معايير مفتوحة وأخرى مغلقة. تكون المعايير المفتوحة متاحة للعموم، على عكس نظائرها المغلقة، فالمعايير المغلقة تتاح فقط (هذا فيما إذا كانت متاحة في الأساس) ضمن شروط تعاقدية صارمة ومقيدة جداً مع الجهة التي تملك حقوق الملكية الفكرية لمواصفات هذه المعايير. من أمثلة المعايير المفتوحة مواصفات لغة الربط التشعبي HTML، أما المواصفات المغلقة فخير مثال عليها صيغ مستندات حزمة برمجيات Microsoft Office.

تساعد المعايير المفتوحة على رفع مستوى التوافقية بين التجهيزات، البرمجيات أو الأنظمة كونها متاحة لأي شخص يرغب في استخدامها. مما يعني عملياً أن بإمكان أي شخص يملك الخبرة والدراسة الكافية أن يبني منتجاً الخاص ليعمل مع المنتجات الأخرى المتوافقة مع نفس المعيار المفتوح الذي استخدمه في بناء منتجته.

إن مجرد كون المعيار مفتوحاً لا يعني بالضرورة تحريره من حقوق الترخيص أو براءات الإختراع. في حين يمكننا اعتبار جميع المعايير المجانية مفتوحةً فإن العكس قد لا يكون صحيحاً على الدوام. بعض المعايير المفتوحة متاحة بالمجان، بينما قد يطلب مالكو براءات الإختراع لمعايير أخرى (مفتوحة أيضاً) تعويضاً مادياً لقاء استخدام هذه المعايير. تعتبر المعايير المنشورة من قبل المنظمات الدولية مثل ITU، ISO و IEEE مفتوحةً إلا أنها ليست مجانيةً على الدوام.

باختصار شديد، لا تقتصر أهمية المعايير المفتوحة على تمكين جميع الأطراف من بناء حلول متوافقة مع بعضها البعض بكلفة أقل، بل تتعدى ذلك إلى تشجيع التنافس بين المنتجين عبر التحديد الواضح لقواعد اللعبة.

5. IEEE ومجموعات العمل التابعة له

يعتبر المعهد الدولي لمهندسي الكهرباء والإلكترون IEEE - وهو منظمة دولية لا تهدف للربح - المطور الأساسي للمعايير الدولية، وعلى وجه الخصوص تلك المتعلقة بالإتصالات، تقنية المعلومات وتوليد الطاقة الكهربائية. يملك المعهد مجموعة من 900 معياراً قيد الاستخدام و 400 أخرى قيد التطوير.

من أكثر معايير IEEE شيوعاً مجموعة معايير IEEE 802 LAN/WAN والتي تتضمن معيار شبكات الإيثرنت (IEEE 802.3) ومعيار الشبكات اللاسلكية (IEEE 802.11).

1.5 معايير IEEE 802 للشبكات المناطق المحلية والحضرية

تشير عائلة معايير IEEE 802 إلى شبكات المناطق المحلية (LAN) وشبكات المناطق الحضرية (MAN). ينحصر تعريف معايير IEEE 802 بالشبكات التي تنقل حزم البيانات متفاوتة الأحجام (مقارنةً بالشبكات التي تنقل البيانات ضمن وحدات قصيرة ذات حجم موحد تدعى بالخلايا cells).

تهتم لجنة معايير شبكات المناطق المحلية والحضرية LAN/MAN بمتابعة عائلة معايير IEEE 802. تحتوي هذه اللجنة على مجموعة عمل مخصصة لكل من الأجزاء الـ 22 المضمنة في عائلة IEEE 802. من هذه الأجزاء معيار IEEE 802.11 للشبكات اللاسلكية ومعيار IEEE 802.16 للشبكات اللاسلكية السريعة.

6. تاريخ الشبكات اللاسلكية IEEE 802.11

يمكن توصيف معيار IEEE 802.11 ببساطة بأنه معيار شبكات الإيثرنت اللاسلكية.

لقد حدد المعيار الأصلي IEEE 802.11 الذي أُطلق في العام 1997 بروتوكول الوصول إلى الحامل بتحسس الناقل مع تجنب التصادم CSMA/CD كآلية الوصول إلى الحامل، تماماً كما هو الحال في شبكات الإيثرنت. تعتمد جميع تعديلات المعيار IEEE 802.11 على نفس آلية الوصول. إلا أن فاعلية بروتوكول CSMA/CD ضعيفة جداً نتيجة تضحيتها بقسط كبير من عرض الحزمة في سبيل ضمان وثوقية إرسال البيانات. تتواجد هذه المحدودية في جميع التقنيات المعتمدة على بروتوكول CSMA/CD.

يحدد معيار IEEE 802.11 أيضاً سرعتين أساسيتين لنقل البيانات: 1 و 2 ميغابت في الثانية للإرسال عبر الأشعة تحت الحمراء (Infrared IR) أو الأمواج الراديوية العاملة بتردد 2.4 غيغاهرتز. على الرغم من عدم وجود أي تطبيق عملي حتى الآن للإرسال عبر الأشعة تحت الحمراء، إلا أنها مازالت جزءاً من المعيار الأصلي.

ظهرت في الأسواق عدة منتجات صممت وفقاً للمواصفات الأصلية لمعيار IEEE 802.11 لكنها سرعان ما استبدلت بمنتجات متوافقة مع معيار IEEE 802.11b بعد إقرار التعديل b على المعيار الأساسي في العام 1999.

1.6 إلتباس التسميات

يعرف معيار IEEE 802.11 بعدة أسماء منها: Wi-Fi، Wireless-Fidelity، WLAN، Wireless LAN و IEEE 802.11x. دعنا نوضّح هذا الإلتباس في التسمية قبل الإلتقال إلى التعديلات المختلفة (الإصدارات) لمعيار IEEE 802.11.

● Wi-Fi: وهي علامة تجارية مرخصة يمنحها تحالف Wi-Fi للمنتجات المتطابقة مع متطلبات التوافقية وإمكانية التشغيل بين المنتجات التي تعتمد على معيار IEEE 802.11. بعبارة أخرى فإن شبكة Wi-Fi هي شبكة متوافقة مع معايير IEEE 802.11. يستخدم الاسم Wi-Fi حالياً على نطاق واسع للإشارة عوضاً عن IEEE 802.11، تماماً كما يستخدم مصطلح الإيثرنت بدلاً عن IEEE 802.3.

على عكس الاعتقاد الشائع بين مستخدمي الشبكات اللاسلكية فإن كلمة Wi-Fi ليست اختصاراً لعبارة "Wireless Fidelity". لقد استخدمت هذه العبارة في السابق من قبل تحالف الـ Wi-Fi لتسويق شهادة الترخيص التي تحمل عبارة "معيار الدقة الرقمية The Standard for Wireless Fidelity"، لكنها أزيلت لاحقاً من جميع النشاطات التسويقية.

● يستخدم مصطلح الشبكة اللاسلكية Wireless LAN (أو اختصاراً WLAN) عادةً كتسميةٍ للدلالة على أي شبكة محلية تستخدم الأمواج الراديوية كناقل. يستخدم هذا المصطلح أيضاً كإسم بديل لمصطلح IEEE 802.11 المستخدم من قبل المعهد الدولي لمهندسي الكهرباء والإلكترونيات IEEE.

● يستخدم مصطلح IEEE 802.11x أحياناً للإشارة إلى المجموعة الكاملة لمعايير IEEE 802.11 (a,b,g إلخ). يستخدم هذا المصطلح أيضاً للدلالة على مجموعة المعايير التي ما زالت قيد التطوير ضمن عائلة معايير IEEE 802.11 والتي لم تتم الموافقة عليها أو تطبيقها بعد. غالباً ما يلتبس هذا المصطلح مع معيار IEEE 802.1x للتحكم بالوصول إلى الشبكة اعتماداً على العناوين الفيزيائية. على أية حال، لا توجد أية مجموعة عملٍ أو معيار يدعى IEEE 802.11x. لتجنب هذا الإلتباس ننصحك بتوخي الحذر لدى استخدام المصطلح IEEE 802.11x.

7. الجوانب التقنية لمعايير IEEE 802.11

يتضمن معيار IEEE 802.11 مجموعةً من التعديلات المرتبطة بالشبكات اللاسلكية. تختلف هذه التعديلات فيما بينها بشكلٍ رئيسٍ في تقنيات الترميز، نطاق الترددات وجودة الخدمة QoS.

يغطي معيار IEEE 802.11 - كما هو الحال في جميع معايير IEEE 802 - الطبقتين الأولى والثانية من نموذج OSI المعياري (Open Systems Interconnection) وهي الطبقة الفيزيائية (L1) وطبقة وصلة البيانات (L2). تبين الفقرة التالية مقتضيات هاتين الطبقتين في سياق الشبكات اللاسلكية.

1.7 الطبقة الأولى (PHY 802.11)

تضطلع الطبقة الفيزيائية بمهمة نقل الإشارات المتعلقة بالأصفار 0 والواحدات 1 للبيانات التي يرغب المرسل بإرسالها إلى المستقبل بشكل صحيح. تتعامل الطبقة الفيزيائية بشكل رئيس مع:

● ترميز البيانات

1.71..تقنيات الترميز

يعتبر اختيار تقنية الترميز من العوامل الهامة التي تؤثر بشكل كبير على نقل البيانات ضمن معيار محدد. كلما كانت البيانات مرمزةً بفاعلية أكثر كلما ازدادت سرعة نقل البيانات التي يمكن تحقيقها. من جهة أخرى فإن استخدام تقنية ترميز فعالة يتطلب تجهيزات متطورة قادرة على ترميز وفك ترميز البيانات.

تعتمد تقنيات الترميز المختلفة المستخدمة في معايير IEEE 802.11 على فكرة بسيطة للغاية تهدف إلى استخدام أكبر عرض للحزمة يلزم نظرياً لإرسال "بت" واحد من البيانات للتغلب على التشويش. تقود الأساليب المختلفة لنشر البيانات ضمن الحزمة الراديوية إلى تقنيات الترميز المختلفة. سنبين فيما يلي أكثر هذه التقنيات شيوعاً:

الطيف الموزع عبر تغيير التردد FHSS

تعتمد تقنية FHSS على مبدأ الإرسال ضمن تردد واحد لمدة معينة، ومن ثم الانتقال بشكل عشوائي إلى تردد آخر، أي أن التردد الحامل للإشارة (الحامل) سيتغير مع الزمن أو أن المرسل سيقوم بتغيير التردد دورياً تبعاً لتسلسل محدد بشكل مسبق. يحقق المرسل التزامن مع المستقبل بفضل مرشحات تحتوي تسلسل الانتقالات وزمنها. تقسم حزمة الترددات المحددة في معايير IEEE 802.11 (ISM) والتي تمتد من 2.400 وحتى 2.4835 غيغاهرتز إلى 79 قناة عرض كل منها 1 ميغاهرتز ويتم التنقل بين الترددات كل 300 إلى 400 ميلي ثانية. يتم التنقل بقفزات حول تردد مركزي لإحدى القنوات الـ 14 المحددة مسبقاً. لم يعد هذا الترميز مستخدماً في المنتجات الحالية.

الطيف الموزع عبر التتابع المباشر DSSS

تتطلب تقنية DSSS إرسال سلسلة من البتات bits (والتي تدعى أحياناً بالضجيج ذي العشوائية الزائفة pseudo-random noise ويرمز لها اختصاراً بـ PN) في مقابل كل بت من البيانات. يتم استبدال كل بت بحمل القيمة 1 بسلسلة محددة من البتات في حين يستبدل كل بت بحمل القيمة 0 بسلسلة متممة. تحدد مواصفات الطبقة الفيزيائية لمعايير 802.11 سلسلة من 11 بتاً (10110111000) لتمثيل الرقم 1 والسلسلة المتممة (01001000111) لتمثيل الرقم 0. يقوم ترميز DSSS عوضاً عن تقسيم إشارة البيانات إلى أجزاء يتم إرسالها عبر ترددات مختلفة بترميز كل بت من البيانات ضمن رتل أطول من البتات يدعى "رقاقة". إنتشر استخدام هذه التقنية على نطاق واسع بين الأعوام 1999 إلى 2005.

ترميز تقسيم التردد المتعامد OFDM

ويدعى أحياناً ترميز الطبقات المتعددة غير المترابط (Discrete Multi-Tone Modulation (DMT). وهي تقنية ترميز تعتمد على فكرة الترميز المبني على تقسيم التردد Frequency Division Multiplexing (FDM)).

يعتمد ترميز FDM (والمستخدم في الراديو والتلفزيون) على مبدأ إرسال إشارات متعددة في نفس الوقت لكن عبر ترددات مختلفة. في ترميز OFDM يقوم مرسل واحد بالإرسال عبر عدة (عشرات وحتى آلاف) الترددات المتعامدة المختلفة. الترددات المتعامدة هي ترددات مستقلة من جهة روابط الطور النسبي بين هذه

الترددات. يستخدم ترميز OFDM تقنيات ترميز متطورة في جميع مكوناته لإنتاج إشارات تتمتع بمناعة عالية ضد التشويش.

تتألف الإشارة الحاملة في ترميز OFDM من مجموع عدد من الحوامل الجزئية المتعامدة والتي يتم ترميز كل منها بشكل مستقل باستخدام إحدى تقنيات QAM أو PSK. يعتبر هذا الترميز الأكثر استخداماً منذ العام 2005.

1.72 .. التردد

تستخدم معايير 802.11b و 802.11g للشبكات اللاسلكية حزمة الترددات 2.4 غيغاهرتز المحددة من قبل إتحاد الاتصالات الدولي ITU والتي تدعى ISM (للإستخدامات الصناعية، العلمية والطبية). وتستخدم على وجه الخصوص الحزمة L ذات الترددات 2400 وحتى 2483.5 ميغاهرتز.

يستخدم معيار IEEE 802.11a حزمة الترددات 5 غيغاهرتز التي تدعى البيئة التحتية الوطنية غير المرخصة للمعلومات UNII والتي تغطي المجال من 5.15 - 5.35 غيغاهرتز و 5.725 - 5.825 غيغاهرتز.

لقد أصبحت حزمة الترددات 2.4 غيغاهرتز غير المرخصة مؤخراً مزدحمة بشدة في المناطق الحضرية نتيجة ازدياد أعداد الشبكات اللاسلكية والتجهيزات الأخرى التي تستخدم نفس نطاق الترددات كأفران المايكروويف، الهواتف اللاسلكية والتجهيزات المزودة بتقنية Bluetooth. تتمتع حزمة الترددات 5 غيغاهرتز بنسب تشويش أقل إلا أنها تواجه مشاكل أخرى تتعلق بطبيعة هذه الحزمة. إن الأمواج الراديوية عالية التردد أكثر حساسية للإمتصاص من الأمواج ذات الترددات المنخفضة. تعتبر الأمواج الراديوية ذات التردد 5 غيغاهرتز فائقة الحساسية للماء والأبنية المجاورة أو العوائق الأخرى نتيجة نسبة الإمتصاص العالية في هذه الحزمة. هذا يعني بأن الشبكات التي تعمل وفق معيار 802.11a أكثر محدودية فيما يتعلق بخط النظر مما قد يستدعي استخدام عدد أكبر من نقاط الولوج لتغطية نفس المنطقة التي يمكن تغطيتها بشبكة لاسلكية تعمل وفق معيار 802.11b وذلك لأن الخلايا الناتجة عن استخدام نقاط و لوج تعمل وفق المعيار 802.11a- باعتبار نفس قدرة الخرج - ذات مساحة أصغر.

2.7. الطبقة الثانية (MAC 802.11)

تتألف طبقة وصلة البيانات ضمن معايير 802.11 من جزئين:

• التحكم بالوصول إلى الناقل Media Access Layer – MAC

• التحكم المنطقي بالوصلة Logical Link Control – LLC

تتطابق الطبقة الفرعية 802.11 LLC مع مواصفات 802.2 لضمان التوافقية مع أية شبكة أخرى تنطوي ضمن معايير 802 في حين تمت إعادة تعريف طبقة التحكم بالوصول إلى الناقل MAC في معايير 802.11 (L2).

تقوم طبقة MAC بتوصيف الوصول إلى الناقل بأسلوبٍ موحدٍ لجميع معايير 802.11، وهي تكافئ معيار 802.3 (CSMA/CD – Ethernet) في الشبكات السلكية مع الإختلاف في الوظائف الخاصة بإرسال الإشارات اللاسلكية (نسبة الخطأ أعلى من تلك الموجودة في النواقل النحاسية) والتي يتم عادةً الوثوق بالبروتوكولات ذات المستويات الأعلى، كالتجزئة، التحكم بالأخطاء CRC، إعادة إرسال الإطارات وتأكيد وصول البيانات.

2.7.1. أسلوب الوصول إلى الناقل

يستخدم معيار 802.11b بروتوكولاً معدلاً عن CSMA/CD يدعى CSMA/CA (تجنّب التصادم عوضاً عن كشف التصادم). يتمكن بروتوكول CSMA/CA من تجنب التصادم عبر أسلوبٍ مبسطٍ للتصويت يدعى RTS/CTS يقوم فيه المرسل بإرسال طلب للإرسال (RTS) في حين يقوم المستقبل بتأكيد وصول هذا الطلب عبر إرسال رسالة جاهزية للإرسال (CTS) عندما تكون قناة الإتصال جاهزة للإستخدام.

تقوم المحطة المستقبلية أثناء إرسال البيانات بين محطتين بتفحص قيمة التحقق الدوري من الأخطاء CRC لكل إطار لترسل إلى المحطة المرسله تأكيداً بوصول هذا الإطار ACK. إذا لم تستقبل محطة الإرسال هذا التأكيد في الوقت المحدد فإنها ستفترض حدوث تصادم أدى إلى عدم توصيل الإطار بشكلٍ صحيح وتقوم بالتالي بإعادة إرسال هذا الإطار بعد استلامها لرسالة جاهزية إرسال جديدة CTS.

يتم التحكم بالوصول إلى الناقل عبر استخدام نوعٍ مختلفٍ من المسافات بين الإطارات (Interframe Spaces – IFS) والتي ترتبط بالمدة الزمنية التي يجب أن تنتظرها المحطة قبل إرسال البيانات. تنتظر البيانات ذات الأولوية العالية (مثل رسائل تأكيد الوصول أو حزم RTS/CTS) مدةً زمنيةً أقصر (SIFS) من تلك المكافئة للبيانات العادية.

مع أن بروتوكول CSMA/CA قادر على تجنب التصادم في قناةٍ راديويةٍ مشتركةٍ إلا أن الآليات من نمط RTS/CTS تزيد من الحمل الزائد (إطارات الإشارة الضرورية لعمل الشبكة لكنها لا تحتوي أية معلوماتٍ للمستخدم) وبالتالي ستمنع أداء الشبكات اللاسلكية العاملة وفق معيار 802.11b من تحقيق أداءٍ يوازي أداء تقنيات CSMA/CD (كشف التصادم) أو التقنيات المعتمدة على الولوج المتعدد عبر تقسيم الزمن TDMA (مثل شبكات الإيثرنت السلكية أو وصلات E1/T1 المترامنة).

لمزيد من المعلومات، راجع وحدة "الشبكات اللاسلكية المتقدمة".

8. تعديلات معايير IEEE 802.11

تعتبر التعديلات a، b، g (والتي قد حققت إنتشاراً واسعاً في السوق بفضل منتجاتٍ متوافقةٍ ذات أسعارٍ معقولةٍ) أكثر التعديلات شيوعاً ضمن عائلة معايير 802.11. من التعديلات الأخرى ضمن نفس العائلة أيضاً

[h-j]، [c-f] و n وهي عبارة عن تحسينات وتطويرات أو تصحيحات لمواصفات سابقة ضمن هذه العائلة. سنلقي فيما يلي نظرة على التعديلات a, b, g, n.

IEEE 802.11b 1.8

يتضمن معيار IEEE 802.11b تحسينات عن المعيار الأصلي 802.11 لدعم نقل البيانات بسرعات أكبر (5.5 و 11 ميغابت في الثانية). يستخدم هذا المعيار نفس أسلوب الوصول إلى الناقل المحدد في المعيار الأصلي 802.11.

يستخدم معيار IEEE 802.11b تقنية الطيف الموزع عبر التتابع المباشر DSSS والمحددة أيضاً في المعيار الأصلي.

يمكن لأي بطاقة للشبكة اللاسلكية متوافقة مع معيار 802.11b نظرياً أن تنقل البيانات بسرعة 11 ميغابت في الثانية، إلا أنها ستقوم بخفض هذه السرعة (وفق مقياس الاختيار المتكيف لسرعة نقل البيانات) إلى 5.5 ثم 2 ومن ثم إلى 1 ميغابت في الثانية في حال حدوث أي ضياع في حزم البيانات. تعتبر السرعات الدنيا لنقل البيانات أقل حساسيةً للتشويش والتلاشي لأنها تستخدم أسلوباً أكثر وثوقيةً لترميز البيانات (أي أن العلاقة بين الإشارة والضجيج تصبح أفضل في السرعات الدنيا).

IEEE 802.11a 2.8

يستخدم هذا المعيار (تماماً كما هي الحال في معيار IEEE 802.11b) نفس البروتوكول الأساسي المحدد في المعيار الأصلي. يعمل معيار IEEE 802.11a ضمن حزمة التردد 5 غيغاهرتز ويستخدم تقنية ترميز تقسيم التردد المتعامد OFDM مما يعطيه القدرة على بلوغ سرعة قصوى لنقل البيانات تعادل 54 ميغابت في الثانية. يمكن تخفيض هذه السرعة باستخدام الاختيار المتكيف لسرعة نقل البيانات إلى 48، 36، 24، 18، 12، 9 و 6 ميغابت في الثانية إذا ما اقتضت الحاجة.

لم يبلغ معيار IEEE 802.11a حتى يومنا هذا الانتشار الواسع الذي حققه نظيره IEEE 802.11b. من معوقات استخدام هذا المعيار: تواجد المعيار السابق IEEE 802.11b على نطاق واسع، ضعف المنتجات الأولية التي صممت وفقاً لهذا المعيار والقوانين الأكثر صرامة في حزمة الترددات 5 غيغاهرتز.

IEEE 802.11g 3.8

لقد تم اعتماد التعديل الثالث لمعيار 802.11 في حزيران من عام 2003 وأعطى الاسم IEEE 802.11g. يعمل هذا المعيار (شأنه شأن نظيره IEEE 802.11b) ضمن حزمة الترددات 2.4 غيغاهرتز.

يستخدم معيار 802.11g نفس تقنية الترميز المعتمدة في معيار (OFDM 802.11a) مما يمكنه من بلوغ سرعة قصوى لنقل البيانات تصل حتى 54 ميغابت في الثانية. لضمان التوافقية مع المنتجات العاملة وفق معيار 802.11b فإن هذا المعيار يعود إلى استخدام تقنيات الترميز CCK+DSSS (مثل تلك المستخدمة في

802.11b) عند سرعات نقل البيانات 11 و 5.5 ميغابت في الثانية في حين يستخدم ترميز DBPSK/DQPSK+DSSS عند سرعات 1 و 2 ميغابت في الثانية.

يعود الفضل إلى القبول الواسع الذي حظي به معيار IEEE 802.11g بالدرجة الأولى إلى توافيقته مع التجهيزات العاملة وفق معيار 802.11b. يعاني هذا المعيار من نفس مشكلة سابقه 802.11b فيما يتعلق بالتشويش (المواقع الحضرية المزدهمة) وذلك نتيجة استخدامه لنفس حزمة الترددات.

IEEE 802.11n 4.8

يهدف التعديل الأخير لمعيار 802.11n والمسمى IEEE 802.11n² إلى الوصول إلى سرعة نظرية قصوى لنقل البيانات تعادل 540 ميغابت في الثانية مما يجعله أسرع 40 مرة من معيار 802.11b و 10 مرات من معيار 802.11a. يعتمد المعيار الجديد على نفس التعديلات السابقة لمعيار 802.11 مع فارق أساسي يكمن في استخدام تقنية الدخل المتعدد - الخرج المتعدد (Multiple-Input Multiple-Output MIMO) والتي تتطلب استخدام عدة مرسلات و عدة مستقبلات لزيادة سرعة نقل البيانات ونطاق الإرسال.

يدعي بعض الخبراء بأن تقنية MIMO ستشكل مستقبل الشبكات اللاسلكية³.

4.81.. التنوع الفضائي Spatial Diversity

تستثمر تقنية MIMO الانتشار متعدد المسارات لزيادة سرعة نقل البيانات (أو لتخفيض نسبة الخطأ) عوضاً عن محاولة التخلص من آثار ظاهرة تعدد المسارات التي لا يمكن تجنبها كما هي الحال في المعايير الأخرى. بعبارة أخرى فإن تقنية MIMO تستفيد مما تعتبره المعايير الأخرى عائقاً: تعدد المسارات.

تنتشر الإشارة الراديوية لدى إرسالها عبر الفضاء بشكل شعاع. يستلم المستقبل أولاً الإشارة الرئيسية الواردة عبر خط النظر وبعد فترة زمنية قصيرة يبدأ باستلام أصداء هذه الإشارة والأجزاء المنعكسة منها على الأبنية أو العوائق الأخرى. تعتبر هذه الأصداء والأجزاء عادةً ضجيجاً بالنسبة إلى الإشارة الفعلية، إلا أن تقنية MIMO تملك القدرة على استخدام البيانات الموجودة ضمن هذه "الإشارات غير المباشرة" لتحسين الإشارة الرئيسية، مما ينتج إشارات أوضح (ذات ضجيج أقل) ونطاقات تغطية أطول.

4.82.. ترميز التقسيم الفضائي SDM – Spatial Division Multiplexing

تتمتع تقنية MIMO بميزة أخرى تكمن في قدرتها على استخدام عدة مرسلات لإرسال نفس سبل البيانات، تدعى هذه الميزة بترميز التقسيم الفضائي SDM. يقوم هذا الترميز بإرسال مجموعة من سيول البيانات المستقلة ضمن قناة واحدة من عرض الحزمة مما يؤدي إلى زيادة قدرة نقل البيانات بازدياد عدد سيول البيانات المرسل. بما أن الهوائيات العاملة وفق تقنية MIMO تتطلب تجهيزات معالجة خاصة لذا فإن كلفتها أكبر من كلف الهوائيات المتوافقة مع بقية معايير الشبكات اللاسلكية.

من المتوقع أن يتم إنجاز تعديل IEEE 802.11n في أواسط العام 2006.

² <http://www.oreilly.com/catalog/802dot112/chapter/ch15.pdf>

³ <http://www.zdnetindia.com/insight/communication/stories/129508.html>

5.8 ملخص بتعديلات معيار 802.11

فيما يلي ملخص مقارنة للتعديلات الأربعة الأكثر أهمية لمعيار 802.11:

المعيار	التردد	تقنية الترميز	السرعة القصوى لنقل البيانات	ملاحظات
802.11a	5 غيغاهرتز	OFDM	54 ميغابت / الثانية	8 قنوات غير متداخلة. لا يوجد جودة للخدمة.
802.11b	2.4 غيغاهرتز	DSSS, CCK	11 ميغابت / الثانية	14 قناة متداخلة.
802.11g	2.4 غيغاهرتز	OFDM, CCK, DSSS	54 ميغابت / الثانية	14 قناة متداخلة. متوافق مع معيار 802.11b.
802.11n	2.4 غيغاهرتز ؟	OFDM	540 / 360 ميغابت / الثانية ؟	يعتمد على معايير 802.11 السابقة بإضافة تقنية MIMO التي تستخدم عدة هوائيات إرسال وإستقبال لإتاحة قدرة أعلى لنقل البيانات عبر استخدام الترميز الفضائي.

جدول 1: ملخص بخصائص معايير 802.11b/a/g/n

9. WiMAX - IEEE 802.16 في مقابل WiFi - IEEE 802.11

لقد تم تسويق الشبكة اللاسلكية WiMAX خلال العام المنصرع على أنها المعيار المستقبلي للشبكات اللاسلكية السريعة. كما ينوي الكثيرون من مزودي خدمة الإنترنت اللاسلكية WISPs المعتمدون حالياً على حلول 802.11 في الإستثمار في حلولٍ تعتمد على معايير WiMAX، إلا أنهم غير واثقين بعد بما تستطيع هذه التقنية تقديمه لهم والتمن الذي سيتوجب عليهم دفعه في مقابل ذلك. هل ستشكل تقنية WiMAX سرعةً تقنيةً أخرى أم أنها قادرة فعلاً على خلق فرصٍ وآفاقٍ جديدةٍ للشبكات اللاسلكية السريعة؟

يهدف هذا القسم إلى تقديم مرجعٍ لأهم الفروقات التقنية بين معايير IEEE 802.11 و IEEE 802.16. سنفترض بأن القارئ على درايةٍ كافيةٍ بالحلول المبنية على معايير IEEE 802.11 ولديه الرغبة في التعرف على ما يمكن لمعايير IEEE 802.16 تقديمه.

لقد صمم معيار IEEE 802.16 خصيصاً للعمل ضمن بيئات الإرسال من نقطةٍ إلى عدة نقاط خارج المباني باستخدام بروتوكول MAC واحدٍ قادرٍ على التعاطي مع طبقاتٍ فيزيائيةٍ مختلفةٍ (PHY) ضمن نطاق الترددات 11 – 66 غيغاهرتز. في كانون الأول من العام 2001 وافق الإتحاد الدولي لمهندسي الكهرباء والإلكترونات IEEE على المعيار المبدئي IEEE 802.16 للشبكات المناطق الحضرية MAN ضمن نطاق الترددات 11 – 66 غيغاهرتز. ومن ثم تمت الموافقة على الملحق 802.16a للترددات دون 11 غيغاهرتز في كانون الثاني من العام 2003. أقر معيار 802.16-2004 في حزيران عام 2004. أما المعيار 802.16e فما زال قيد الدراسة من قبل IEEE ومن المتوقع أن تتم الموافقة عليه أواخر العام 2005. من المتوقع أن تتم تسمية هذا المعيار صناعياً بالإسم 802.16 2005. يهدف المعيار IEEE 802.16e إلى إضافة إمكانية التنقل إلى المعيار الحالي والذي صمم للعمل ضمن البيئات الثابتة.

إنه وعلى الرغم من تغيير تقنية الترميز المستخدمة تبعاً للتردد المعتمد فإن بنية الحزمة وتقنيات مشاركة الحامل أو التحكم بالأخطاء ستبقى مستقلةً عن التردد المستخدم. لا تعتمد المكونات الإلكترونية المستخدمة في طبقة MAC (المكافئة لطبقة وصل البيانات - الطبقة الثانية - في نموذج OSI المعياري) بالتردد المعتمد.

لا يهدف معيار IEEE 802.16 إلى تلبية متطلبات مزودي خدمة الإنترنت اللاسلكية WISPs والمتطلبات الصناعية في جميع البيئات المحتملة وحسب، بل يطمح أيضاً لأن يصبح المعيار الأساسي للشبكات اللاسلكية السريعة خارج الأبنية. هذا لا يعني بأي حالٍ من الأحوال أنه يجب تلقائياً هجر جميع التقنيات الأخرى. ففي العديد من الحالات يتمحور النقاش حول الإستخدام الأمثل لطيف الترددات، القوانين والتشريعات، إمكانية الوصول إلى التقنية وتكاليف الإستثمار. لقد عمدنا في هذا المستند إلى التركيز على الإختلافات الفنية الرئيسية لأنها في قناعتنا تشكل نقطة البداية المثلى لغالبية القراء.

إذاً، ما هي الإجابة على سؤال: "ماذا أستخدم: WiFi أم WiMAX؟"
تعتمد هذه الإجابة على حاجاتك الحالية وتوقعاتك لإحتياجاتك في المستقبل.

1.9 نطاق التغطية

لقد تم تصميم معيار الشبكات اللاسلكية IEEE 802.11 للعمل ضمن خلايا صغيرة (تصل حتى 100 متر)، لذلك فإنه لم يعتبر خلال المراحل التصميمية كحلٍ لإرسال البيانات من نقطةٍ إلى عدة نقاط خارج الأبنية.

10. الخلاصة

يمكننا أن نخلص من هذه الوحدة عن معايير الشبكات اللاسلكية إلى أن المعايير بشكل عام تهم كلاً من المنتج والمستهلك، فهي تضمن التوافقية بين المنتجات المختلفة والوفاء للزبائن. كما أنها تشجع التنافس بين المنتجين وتدفع عجلة التطوير إلى الأمام.

لقد تعلمنا بأن المعهد الدولي لمهندسي الكهرباء والإلكترون IEEE هو الهيئة الرئيسية للمعايير لتقنيات الاتصالات والمعلومات وبأنه يشكل الجهة الداعمة لمعايير ذائعة الصيت مثل معايير الشبكة اللاسلكية IEEE 802.11 (Wireless LAN)، معايير شبكات الإيثرنت IEEE 802.3 (Ethernet) ومعايير IEEE 802.13 (WiMAX).

لقد ركزت هذه الوحدة بشكل رئيسي عائلة معايير IEEE 802.11 للشبكات "الإيثرنت اللاسلكية". لقد استعرضنا الاختلافات بين تعديلات المعيار IEEE 802.11 (b/a/g) (إلخ) من حيث تقنيات الترميز، نطاق الترددات وأساليب الوصول إلى الناقل واستنتاجنا كيفية تأثير هذه العوامل على أداء الشبكة اللاسلكية.

لدى مقارنة أداء المعيارين WiFi و WiMAX تبين لنا ميزات المعيار الجديد للشبكات اللاسلكية السريعة من حيث نطاق التغطية، إمكانية التوسيع، قدرة نقل البيانات وجودة الخدمة. إلا أنه من الواجب علينا أن نتذكر بأن شبكات الـ WiMAX تتطلب الكثير من الإستثمارات وبأننا يجب أن نفكر على الدوام بالاستخدامات المتوقعة للشبكة اللاسلكية عند تصميمها. في حين يشكل معيار WiMAX الحل الأمثل للشبكات ضمن المدن فإن معيار WiFi يلبي غالبية متطلبات الشبكات الصغيرة.

يمكن تلخيص الأمور الخمس الرئيسية التي ينبغي عليك تذكرها من هذه الوحدة بما يلي:

1. يضمن المعيار التوافقية بين المنتجات المختلفة المتوافقة مع نفس المعيار.
2. يعتبر المعهد الدولي لمهندسي الكهرباء والإلكترون IEEE الجهة الرئيسية لوضع المعايير المتعلقة بتقنية المعلومات وأنظمة الاتصالات.
3. يمثل المصطلح IEEE 802.11 (Wireless LAN) عائلة من المعايير للشبكات اللاسلكية.
4. يكمن الفرق بين تعديلات المعيار IEEE 802.11 (a/b/g) (إلخ) في تقنيات الترميز، نطاق الترددات والتحسينات المدخلة على الأسلوب الأصلي للوصول إلى الناقل.
5. لقد تم تصميم المعيار IEEE 802.16 (WiMAX) ليكون حلاً للشبكات الخارجية السريعة ذات الخلايا الكبيرة، في حين صمم المعيار IEEE 802.11 (WiFi) ليكون حلاً للشبكات العاملة ضمن المباني بالإعتماد على الخلايا الصغيرة.