الفصل العاشر

اتصالات البيانات والبنية التحتية للشبكات

Data Communication And Network lnfrastructure

بروفسير دوان ب هؤانج

د. أندروا ج ساموندس

Prof. Doan B. Hoang

Dr. Andrew J. Simmonds

(١٠،١) مقدمة ٤٤٨

(١٠،٢) تقنيات النقل والاتصالات..... ٤٥١

(١٠،٢،١) خطوط الاشتراك الرقمية الغير متماثلة

(١٠،٢،٢) طبيعة البيانات

(١٠،٢،٣) التبادل بنظام الحزم أو الباكيت

(١٠،٢،٤) أنظمة الوصول على الوسط

(١٠،٣) الإنترنت والشبكة العالمية ٤٥٨

(١٠،٣،١) هيكل الاتصالات الطبقي

(١٠،٣،٢) الشبكات المحلية

(١٠،٣،٣) الإنترنت

(١٠،٣،٤) الشبكة العالمية

(١٠،٤) تقنيات اللاسلكي والمحمول..... ٤٦٨

(١٠،٤،١) أساسيات تقنية اللاسلكي

(١٠،٤،٢) شبكات المساحة الواسعة اللاسلكية

(١٠،٤،٣) الشبكات المحلية اللاسلكية

obeikandl.com

(١٠،٤،٤) شبكات المساحة الشخصية اللاسلكية
(١٠،٤،٥) الاتصالات ذات المدى فوق المتسع
(١٠،٤،٦) الاتصالات بالأقمار الصناعية
(١٠،٥) شبكات الحساسات للمراقبة الصحية ٤٧٧
(١٠،٥،١) الحساسات
(١٠،٥،٢) متطلبات المراقبة
(١٠،٥،٣) الاتصالات في شبكة الحساسات اللاسلكية
(١٠،٦) تطبيقات التقنيات اللاسلكية في الطب عن بعد ٤٨٣
(١٠،٦،١) الخدمات المعتمدة على المكان للحوادث الطبية الطارئة
(١٠،٦،٢) أنظمة الروبوتيات المتحركة للتصوير الفوق صوتي عن بعد
(١٠،٧) الملخص ٤٨٨
(١٠،٨) تمارين ٤٨٨
(١٠،٩) المراجع ٤٨٩

(١٠،١) مقدمة

لقد تم بناء نموذج الرعاية الصحية الحالي حول المستشفيات، والأطباء، والممرضين وآخرين من الشخصيات الطبية. هذا النموذج يخدم جيداً حتى الآن إحتياجات الدول النامية والمجتمعات الصغيرة نسبيا، والصحية، والأقل حركة أو الثابتة، عن طريق مشاركة البنية التحتية المكلفة والشخصيات الطبية. على الرغم من ذلك، فإذا تم الاستمرار مع هذا النموذج، فإن نظام الرعاية الصحية سيتعب ويصل إلى درجة التصدع نتيجة لعدد من الأسباب وستكون هناك حاجة للبحث عن حلول بديلة يجب تطويرها لتقليل تكلفة الرعاية الصحية، مع الحفاظ على جودة الحياة للمواطنين. من هذه الأسباب ما يلي:

• لقد أصبحت الرعاية الصحية صعبة التوفير، فمثلا أصبح الكونجرس الأمريكي مثقلاً بأعباء سنوية للرعاية الصحية تفوق الواحد ونصف ترليون دولار أمريكي مما تسبب في الخوف من أن نظام الرعاية الصحية قد يكون غير قادر على التعامل مع الزيادة المضطردة من المرضى.

• هناك تغير مستمر في التركيبة السكانية. الفئة العمرية للسكان فوق الـ٦٥ سنة من المتوقع أن تتضاعف من ٣٧٥ مليون في عام ١٩٩٠ إلى ٧٦١ في عام ٢٠٢٥، وذلك على مستوى العالم [1]، وهذا يعني أن الرعاية الوقائية أو

المساعدة ستبدأ في التخلص من المركبات المرتفعة الثمن للرعاية الصحية. وبذلك قد تكون زيارات المستشفي والاستشارات المباشرة وجها لوجه مع الطبيب ستكون مطلوبة فقط في الحالات الضرورية.

• المجتمع يكون دائما في حراك متزايد، حيث مع التقدم في الإنترنت وتكنولوجيا الاتصالات المحمولة فقد أصبح الناس دائمي الحركة في شغلهم وحتى في أنشطتهم الاجتماعية. ولذلك، فإن الرعاية الصحية يجب أن تتبع حركة الناس ولا تتوقع أن يحضر الناس إليها لطلب الخدمة.

• يتزايد الطلب على الرعاية المنزلية حيث يفضل الكثير من الناس التواجد في منازلهم أثناء العلاج بدلا من التواجد في مستشفي أو بيت للرعاية الصحية، وذلك بشرط توافر وسائل المساعدة المرضية في المنزل.

توفر الصحة المتحركة mobile health والطب عن بعد حلولا بديلة ومكملة للتعامل مع المشاكل الجديدة في الرعاية الصحية. يقصد بالطب عن بعد أنه استخدام تقنيات الاتصالات اللاسلكية والمعلوماتية لتوفير الرعاية الصحية للأشخاص الموجودين على مسافات بعيدة ونقل المعلومات الضرورية لتوفير هذه الرعاية [2]. يقصد بالصحة المتحركة مراقبة الحالة الصحية أو توفير العلاج للأشخاص أثناء حركتهم. أحيانا يستخدم معنى الطب عن بعد بالتبادل مع معنى الصحة المتحركة، مع أن المعنى الحقيقي لكل منهما يختلف عن الآخر. يركز الطب عن بعد على نقل البيانات الطبية، وبالذات الصور الطبية، على الرغم من أنه في كل من الطب عن بعد والصحة المتحركة فإن التشخيص الطبي يحدث عن بعد ومعظم تطبيقات الصحة المتحركة تتضمن النقل اللاسلكي للبيانات الطبية.

من الواضح أن تقنيات الاتصالات والبنية التحتية لشبكات الاتصالات ستلعب دوراً أساسياً في هذه الحلول. الاتصالات اللاسلكية تكون مطلوبة لتدعيم حركة الناس والأطباء الممارسين، كما أن البنية التحتية للشبكات تكون مطلوبة لنقل المعلومات الطبية ونصائح الخبراء الضرورية للعلاج. شبكات الحساسات أيضا تكون ضرورية لمراقبة العلامات الحيوية للمستخدمين المحتاجين للدعم الدائم أو المستمر.

تستخدم تقنيات الاتصالات هذه الأيام في الرعاية الصحية بأكثر من طريقة بما في ذلك الملاحظات، والرسائل، والاتصال عبر الإنترنت، والمؤتمرات عن طريق الفيديو، والأشعة عن بعد، والاستشارات الجراحية عن بعد، والاتصال بالتطبيقات المرجعية. لقد أدى تكامل الرعاية الصحية مع الإنترنت، واللاسلكي، والاتصالات عن بعد، وتقنيات الاتصالات المتحركة إلى الاتصال المتزايد مع موفري الرعاية الصحية، والكفاءة الزائدة لهذه العملية، والجودة العالية لخدمات الرعاية الصحية [3,5].

يهدف نشر تقنيات الاتصالات والبنية التحتية للشبكات إلى التخلص من المكونات المرتفعة الثمن في الرعاية الصحية القديمة أو المعروفة، وتوفير خدمات رعاية صحية أكبر للأعداد المتزايدة من الناس وتوفير التكلفة الكلية أو الشاملة للرعاية الصحية ككل.

يهدف هذا الفصل إلى توفير فهم أساسي لمفهوم نقل البيانات والاتصالات باستخدام التقنيات السلكية واللاسلكية مع شرح لدور البنية التحتية للشبكات وهياكلها لتدعيم خدمات الرعاية الصحية الحالية والمستقبلية . يركز هذا الفصل على مايلي بالذات :

- توضيح مفهوم المعلومات وسعة قنوات الاتصالات.
- توفير شرح لتقنيات الاتصالات ونقل البيانات.
- شرح الحدود النظرية لقناة الاتصال
- تقديم هيكل الإنترنت والشبكة العالمية.
- شرح تقنيات الاتصالات اللاسلكية وشبكات المحمول اللاسلكية
- تقديم الحساسات والتقنيات اللاسلكية المصاحبة لها في المراقبة الصحية
- تقديم تطبيقات على الطب عن بعد/الصحة المتحركة التي تتطلب الدعم من الحساسات وتقنيات الاتصالات.

لقد تم ترتيب هذا الفصل كما يلي : يشرح الجزء (١٠.٢) المفاهيم الأساسية للبيانات، ونقل البيانات وقنوات الاتصال. يراجع هذا الجزء أيضا المفاهيم الأساسية للمعلومات، وطبيعة البيانات، وعرض المجال، وحدود قنوات الاتصالات المعرفة بقانون شانون وهارتلي، والإشارات الرقمية والتماثلية، والتعديل، وتقنية خطوط الاشتراك الرقمي الغير متزامن Asynchronous digital subscriber line ADSLوالتبادل الحزميpacket switching.

يشرح الجزء (١٠.٣) هيكلة طبقات الشبكة، والإنترنت، والشبكة الدولية. يشرح هذا الجزء مهمة الطبقات المختلفة في هيكل الشبكة المحلية والشبكة الواسعة. يشرح الجزء (١٠.٤) أساسيات تقنيات الاتصالات اللاسلكية بدءًا من ترددات الراديو حتى نظم الاتصالات والنقل بموجات الراديو من خلال المجالات الضيقة والواسعة وفائقة الاتساع. يعرض أيضا هذا الجزء عدداً من الشبكات اللاسلكية المستخدمة في الطب عن بعد مثل شبكات المحمول الخلوية، والشبكات المحلية اللاسلكية، والشبكات الشخصية، والاتصالات بالأقمار الصناعية.

يشرح الجزء (١٠.٥) الحساسات والبنية التحتية المصاحبة لها في المراقبة الصحية. يركز هذا الجزء على الحساسات، وشبكات الحساسات اللاسلكية ومتطلباتها في دعم أنظمة المراقبة الصحية. يقدم الجزء (١٠.٦) العديد من التطبيقات المتعلقة بالموضوع والتي توضح استخدام التقنيات المختلفة التي تم شرحها في الأجزاء السابقة، وأيضا بعض التطبيقات الحديثة للشبكات السلكية واللاسلكية في الطب عن بعد أو الصحة المتحركة والتي تتضمن الطوارئ، والخدمات المعتمدة على الموضع أو المكان، والتدريب عن بعد، وأنظمة الروبوتات التي يتم تشغيلها عن بعد.

obeikandl.com

(١٠،٢) تقنيات النقل والاتصالات

المفهوم الأكثر أهمية في اتصالات البيانات هو أنه أكبر معدل يتم به نقل البيانات على قناة معينة (بمعنى أن سعة القناة C بوحدات البت/الثاتية bps) يتناسب مع عرض المجال المتاح. هذا المفهوم أو المعنى يكون في العادة مفهوماً، ولذلك فإن المستخدمين هذه الأيام يطلبون وصلات الإنترنت التي لها عرض مجال عالٍ، ويفضلون في العادة خطوط الاشتراك الرقمية غير المتزامنة ADSL أو كابلات وصلات الاتصال الهاتفي.

بالطبع، فإن كمية المعلومات المنقولة تعتمد على جودة الوصلة، وأيضا التقنية المستخدمة. إذا كانت الوصلة أو قناة الاتصال رديئة وهناك مستوى عالٍمن الضوضاء، فإن ذلك سيؤدي بالطبع إلى تقليل معدل نقل البيانات على الوصلة. قبل الاستمرار في الشرح فإننا سنحتاج إلى تعريف أدق للمصطلحات المستخدمة، وسوف نستخدم أمثلة حقيقية على تقنيات الاتصالات المختلفة لتوضيح أساسياتها، ولكن لسوء الحظ، فإن هذا يعني أننا سنستخدم العديد من المختصرات ذات الثلاثة أحرف، three letters acronyms, TLA.

- **المعلومات Information (I)**: إن هذا مصطلح دقيق في الاتصالات، يشير إلى وحدات البتات. إنه في الحقيقة مقياس لعدم التأكد أو المفاجأة. إذا كانت محتويات أى رسالة معروفة قبل وصول هذه الرسالة، بمعنى، إذا كانت هذه الرسالة لا تحمل أى معلومات جديدة؛ بالتالي فإن المعلومات في هذه الرسالة تساوي صفراً من البتات، بصرف النظر عن طول هذه الرسالة. يمكن التعبير عن ذلك حسابيا بأنه إذا كان احتمال وصول رسالةP يساوي1، فإن I=0. أو بمعنى آخر،إذا كانت P=0 (بمعنى أن استقبال الرسالة يكون مفاجأة تامة، وهذا شيء يجب ألا يحدث)، فإن I=∞.في الحقيقة يمكن التعبير عن I بالعلاقة التالية$I=\log_2(1/P)$التي تتكون من عدد من البتات حيث $\log_2(x)=\log_{10}(x)/\log_{10}(2)$.
- **عرض المجال Bandwidth (B)**: حيث إن B يتناسب مع سعة القناة C، فإنه أحيانا يتم استخدام البت في الثانيةbps كوحدات لعرض المجال، فمثلا، يمكن لأى شخص أن يقول أن عرض مجال وصلة لاسلكية 802.11 bit (في مجال تقنية الـWiFi) يكون 11Mbps (ميجابت/ثانية)، على الرغم من أن 11 Mbps تكوم محددة لمعدل البيانات، وأما عرض المجال فهو كمية الطيف الترددى المتاح في القناة، والذي يتم قياسه بالهرتز (Hz) أو إعطاؤه اسمه القديم، دورة في الثانية (وهذا يعنى أن تردد الكهرباء المنزلية يكون إما 50 وإما 60Hz إعتمادا على البلد أو الدولة المفترضة، وهذا يعنى أن إشارة أو قطبية الجهد تتغير من الموجب للسالب بمعدل خمسين أو ستين مرة في الثانية).

فمثلا تقنية الـWiFi اللاسلكية ذات الـ802.11bتستخدم مجالاً ترددياً مقداره 2.4GHz صناعياً وعلمياً وطبياً Industrial, Scientific, and Medicine, ISM، والتي يكون لها مدى ترددي من 2.4 حتى 2.4835GHz، بمعنى

أن عرض المجال بين (أعلى تردد – أقل تردد) يساوي0.0835GHz أو 83.5MHz على الرغم من تقسيمه إلى العديد من القنوات المتداخلة ذات عرض مجال يساوي22MHz لكل منها (القنوات غير المتداخلة هى القنوات ١ و ٦ و ١١).

- **الضوضاء Noise:** إنها أى إشارة غير مطلوبة، وتتراوح من الضوضاء الحرارية العشوائية في المكونات الإلكترونية، إلى التداخل من الإشارات الأخرى، إلى الضوضاء المتولدة من البرق، إلخ. بدون الضوضاء يمكننا إرسال أى كمية من المعلومات على قناة الاتصال، ولذلك فإنها الضوضاء هى التي تضع الحد الأساسي لسعة القناة.

إننا الآن في وضع يمكننا من فهم المعادلات التي تربط سعة القناة C مع عرض المجال B. لأى تقنية رقمية تستخدم عدد M من الحروف (مثلا الاتصالات الثنائية عبارة عن تقنية رقمية لها M=2)، تكون السعة القصوى لقناة الاتصال ؛ أو معدل إرسال البيانات تبعا لقانون هارتليHartleys law كما يلي :

$$C=2B\log_2(M)\ \text{bps.}$$

وبالتالي ؛ فإنه لأى نظام ثنائي، C=2B وسيكون هناك واحد بت لكل رمز، بينما لأى تقنية لها ١٦ حرفاً محدداً (بمعنى M=16)، فإن C=8B، وسيكون هناك $\log_2(M)=4$ بتات لكل رمز. وعلى ذلك فإحدى الطرق لزيادة معدل البيانات هي استخدام تقنيات تكون أكثر تعقيداً من التقنيات الثنائية، ولكن أولا، نفترض الإشارات الثنائية.

إن الحروف الثنائية من الممكن أن تكون جهوداً يتم تمثيلها ب 0 أو 1، أو ترددات مختلفة، أو حتى أطواراً مختلفة لنفس التردد. بالنسبة للأنظمة الثنائية، نستخدم مصطلح الإزاحة المفتاحية shift keying، بحيث أنه مع استخدام اثنين من المستويات الجهدية فإننا نستخدم في هذه الحالة الإزاحة المفتاحية للمقدار amplitude shift keying, ASK، وإذا كنا نستخدم اثنين من الترددات المختلفة فإننا في هذه الحالة نستخدم الإزاحة المفتاحية الترددية frequency shift keying, FSK، وإذا كنا نستخدم طورين مختلفين لنفس التردد فإننا في هذه الحالة نستخدم الإزاحة المفتاحية الطورية phase shift keying, PSK.في كل هذه الأحوال، يتم استخدام الاتصالات واسعة المجال، حيث يتم تعديل إشارة المجال الأساسية (أى البيانات) على إشارة جيبية حاملة. حسابيا يتم التعبير عن الموجة الجيبية كما يلي :

$$v(t) = A\sin(2\pi ft + \Phi)volts$$

حيث يمكن تعديل إما المقدار A(volts) وإما التردد f(Hz) وإما الطور Φ(radians) لكي تحمل الإشارة (أو اثنين أو أكثر من المتغيرات يمكن تعديلها في نفس الوقت). كمثال على ذلك، فإن أحد الإصدارات الأولى من الموديم V.21 كان

يستخدم الـFSK (ترددين في مسار الإرسال، أحدها يقابل الثنائي0 والآخر يقابل الثنائي1، وزوجين آخرين من الترددات في المسار المقابل، الاستقبال، لتجنب التداخل). كل الترددات التي يتم اختيارها تقع في المجال الترددي لقناة التليفون التماثلية، أى من ٣٠٠ هرتز حتى ٣.٤ كيلوهرتز (مع عرض مجال مقداره ٣.١ كيلوهرتز). مثل هذا النظام يستطيع إرسال 300 bps (فقط ٣٠٠ بت/الثانية) في التراسل ثنائي الاتجاه full duplex FDX: يرسل ٣٠٠ بت/الثانية ويستقبل ٣٠٠ بت/الثانية في نفس الوقت على نفس الدائرة ذات السلكين two wire, 2W. لاحظ أن هناك أنظمة اتصالات أخرى تكون أحادية الاتجاه half duplex, HDX، حيث تستخدم القناة بالتبادل إما في اتجاه الإرسال أو في اتجاه الاستقبال، وفي هذه الحالة تستخدم دائرة ذات ٤ أسلاك 4W ودائرتين كل منهما من سلكين 2W، واحدة في اتجاه الإرسال وأخرى في اتجاه الاستقبال.

بالنسبة للأنظمة ذات الأحرف الأكثر من ذلك، فإنه من الشائع دمج كل من الإزاحة المفتاحية للمقدار والطور. فمثلا، يمكن تمييز ثمانية أطوار، كل منها له مستويان جهديان مختلفان، مما يعطي ١٦ حرفاً مختلفاً. إن دمج التعديل في الطور والمقدار يسمى تعديل المقدار الرباعي quadrature amplitude modulation QAM، في هذه الحالة يكون هناك 16 QAM مع ٤ بتات لكل رمز. باستخدام طريقة متقدمة للتعديل تسمى طريقة تعديل التعريشة المشفرة trellis coded modulation, TCM يمكن الوصول إلى معدلات أعلى للبيانات.يستخدم الـTCM كود لتعديل الخطأ الأماميforward error correction, FEC، حيث تحتوي الإشارة على بعض المعلومات الزائدة، تساعد في تصحيح بعض الحروف وقتيا عند الاستقبال اعتماداً على معلومات في الإشارة التي يتم استقبالها. على الرغم من أن إرسال هذه المعلومات الزائدة يزيد من كمية البيانات المرسلة، إلا أن التأثير الكلي على تصحيح الأخطاء يساعد في زيادة معدلات البيانات. بعد ذلك يتم تعديل كود الـFEC باستخدام تعديل الـQAM.

من نتائج استخدام الـ TCM أنه في الموديم V.34 أمكن الوصول إلى سرعات تصل إلى ٣٣.٦ كيلو بتاً/الثانية بطريقة الـFDX على شبكة الاتصال الهاتفيdial up (مع TCM و 1,664 QAM، أى ١٠.٧ بتاً لكل رمز)، وهذا المعدل يقارب الحد النظريالذي يتحدد بالضوضاء على القناة. إن المعادلة التي تحدد السعة العظمى للقناة في وجود الضوضاء تسمى بقانون شانون هارتليShannon-Hartley lawوهى كما يلي:

$$C=B\log_2(1+S/N)\ \text{bps}$$

إن سعة مقدارها C=33.6 kbps و B=3.1kHz تتطلب جودة قناة عالية بنسبة طاقة إشارة للضوضاء S/N تكون على الأقل ١٨٣٠ (في العادة يتم التعبير عن النسبة بالديسبل dB للتسهيل حيث في هذه الحالة $10\log_{10}(1830)=32.6$ dB).

هناك موديمات أخرى مثل الموديم V.92الذي يسمح بمعدل أعظم مقداره ٥٦ كيلوبتاً/الثانية باستخدام تعديل مقدار النبضة pulse amplitude modulation, PAM، كما أن موديمات الـADSL (انظر الجزء التالي)، تحقق سرعات

أعلى من الموديم V.34، ولكنها تحمل البيانات على "آخر ميل" فقط، من سنترال المنطقة (أو مكتب المركز في الولايات المتحدة) إلى المستخدم، بينما الموديمات V.34 فتحمل البيانات من النهاية إلى النهاية عبر شبكة التليفونات.

(١٠،٢،١) خطوط الاشتراك الرقمية الغير متماثلة

هناك نسبة مثالية في خطوط الـADSL مقدارها 10:1 يتم وضعها بين معدل التنزيل download من الإنترنت ومعدل التحميل upload إلى الإنترنت؛ وبالتالي يظهر المصطلح غير المتماثل asymmetric. تعتمد المعدلات العظمى على المسافة بين المستخدم وسنترال التليفونات، والتي تتراوح بين ٨.٤٤٨ ميجا بتاً/الثانية بالقرب من السنترال (أقل من ٣٠٠٠متر) حتى تصل إلى ١.٥٥٤ ميجا بتاً/الثانية بعيدا عن السنترال (أبعد من ٥٥٠٠ متر) [6].

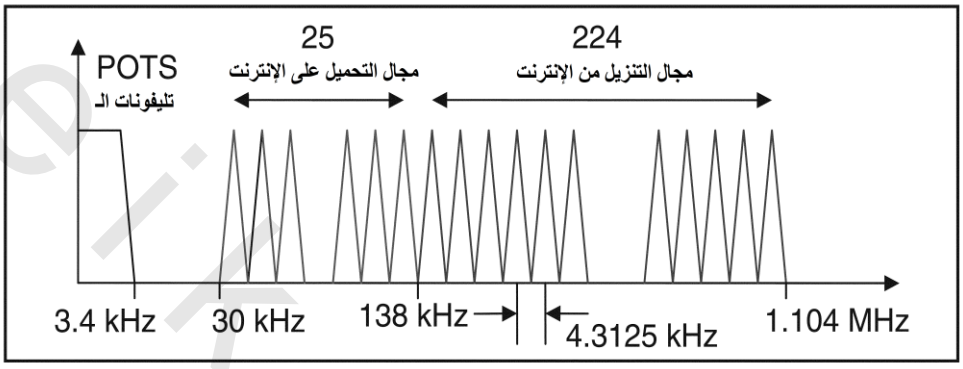
إن أعلى معدل للبيانات على خط التليفون باستخدام الموديم V.92يساوي ٥٦ كيلوبتاً/الثانية فقط. لاحظ أيضا أن الـADSL يستخدم نفس أسلاك التليفون المزدوجة المجدولة بحيث أن زوجاً واحداً فقط يحمل الإشارات في الاتجاهين (أى على دائرة الـ2W FDXفي الحلقة المحلية أو الموضعية بين المشترك والسنترال المحلي)، وعلى ذلك فكيف يحقق الـADSL هذا المعدل المتزايد في معدلات البيانات ؟.

الإجابة عن ذلك، هى أن الخط يتم ضبطه للاتصال الرقمي، بدلا من الاستخدام كتليفون تماثلي.من الأشياء المهمة في خط التليفون أن استجابته الترددية يجب أن تكون مسطحة أو متساوية على عرض المجال الذي مقداره ٣.١ كيلوهرتز بحيث أن الإشارات الصوتية لن يتم تشويهها، بينما بالنسبة للخط الرقمي فإننا نحتاج فقط للتعرف على الأحرف، وكما رأينا مسبقا فإن عرض المجال هو الذي يهم في هذه الحالة. إن الاستجابة الترددية المسطحة تم الحصول عليها باستخدام "ملفات التحميل" والتي هى عبارة ملفات غير فعالة يتم إدخالها على الخط. إن إزالة هذه الملفات يزيد عرض المجال المتاح بدرجة كبيرة.

باستخدام معايير الـADSL وهى ITU G992.1، فإن عرض المجال المتزايد يتم استخدامه للعديد من القنوات التي عرض مجال كل منها يساوي ٤ كيلوهرتزا،مع تعديل كل مجال ترددي أو قناة بطريقة مثل الموديم V.34. إن ذلك يعتبر صورة من التقسيم الترددي المتعدد الاتصال frequency division multiple access, FDMA، ولكن هذه التقنية لل ADSL تسمى التعدد النغمي المتقطع discrete multitone, DMT. هناك حد أقصى مقداره ٢٢٤ قناة للتنزيل من الإنترنت، و٢٥ للتحميل إلى الإنترنت. ولذلك فإنه يمكن تصور موديم الـADSL على أنه ٢٢٤ موديم QAMفي صندوق واحد، ليس كل هذه الـ٢٢٤ موديم يمكنها أن تحقق معدل متزامن كامل، ولكن لايزال معدل البيانات الأعظم مدهشا جدا.

المدى الترددي لأى قناة تماثلية (٣٠٠ هرتز حتى ٣.٤ كيلوهرتز) يتم الحفاظ عليه لأنظمة تليفونات الـ POTS, plain old telephone systems. كل القنوات الأخرى يكون عرض مجالها ٤ كيلوهرتز، ويتم تعديلها على موجات

حاملة متباعدة عن بعضها بمقدار ٤.٣١٢٥ كيلوهرتز في الطيف الترددي. تقع الـ٢٥ قناة للتحميل على الإنترنت في المدى الترددي من ٣٠كيلوهرتز حتى ١٣٨ كيلوهرتز، بينما تقع الـ٢٢٤ قناة للتنزيل من الإنترنت في المدى من ١٣٨ كيلوهرتز حتى ١.١٠٤ ميجاهرتز كما في الشكل رقم (١٠.١). المدى من ٣.٤ كيلوهرتز حتى ٣٠ كيلوهرتز يعتبر مجال حراسة ليمنع التداخل بين قنوات الـPOTS والبيانات الرقمية.



الشكل رقم (١٠،١) الطيف الترددى لل ADSL.

يحقق الـADSL المثالي ١.٥ ميجابتاً/الثانية للتنزيل من الإنترنت و ٢٥٦ كيلوبت/الثانية للتحميل على الإنترنت، بينما يكون معدل التنزيل الفعلي ١.١ ميجابتاً/الثانية [7].

(١٠،٢،٢) طبيعة البيانات

في عالمنا الحقيقي، نتوقع أن تكون البيانات غالبا في الصورة التماثلية، أى أنها عبارة عن متغير مستمر في خلال مدى معين للمقدار، مثل ضغط الهواء أو سرعة السيارة. إن كلمة أو تعبير تماثليanalog مستنتجة من التماثل أو التقابل بين الإشارة الأصلية (مثل ضغط الهواء) والإشارة التماثلية (مثل الجهد الخارج من حساس الضغط، الذي يحول ضغط الهواء إلى إشارة كهربية). ولكننا أيضا نتعامل مع بيانات رقمية مثل إشارة المرور بألوانها الثلاثة. إن العملية التي تحول إشارة الجهد التماثلي إلى رقم ثنائي يمكن تقسيمها إلى ثلاث مراحل:

١ - أخذ العينات (العيننة): هى هذه العملية التي يتم فيها أخذ عينة من الإشارة (مثلا قيمة للجهد) عند فترات متكررة بحيث تصبح الإشارة غير مستمرة (مقطعة) على الإطلاق. الفترة الزمنية بين عينتين Ts، ومعدل أخذ العينات أو التردد fs هو ببساطة مقلوب هذه الفترة؛ وبالتاليfs=1/Ts. هناك نتيجة مهمة جدا في نظرية الاتصالات تسمى نظرية أخذ العينات، أو نظرية نيكويست، والتي تنص على أنه لأى إشارة عرض مجالها B، فإن كل المعلومات التي في الإشارة الأصلية يمكن استرجاعها إذا كان معدل أخذ العينات Fs>2B (يسمى التردد fs=2B بمعدل نيكويست). بفرض أن B=3.1kHz لقناة التليفونات التماثلية، فإن أقل معدل لأخذ العينات يجب أن يكون فوق ٦.٢

كيلوهرتز. ولكن مع استخدام المرشحات البسيطة للحفاظ على أقل تكلفة فإن ذلك يعني أن معدل العينات يجب رفعه، وفي العادة يتم استخدام ٨ كيلوهرتز كمعدل معياري أو قياسي لذلك.

٢ - **التكميم quantization**: افترض محولاً تماثلياً/رقمياً Analog to digital converter ADC ذو ٤ بتات يتم استخدامه لتحويل جهود الدخل في المدى من 0.5V- حتى 15.5V إلى أرقام من ٤ بتاً. باستخدام الـ٤ بتات يمكننا أن نحصل على ١٦ مستوى ممكنا للجهد يتراوح من 0000 (يقابل 0V) حتى 1111 (يقابل 15V). أى جهد بين 0.5V- و 0.5V سيتم تحويله إلى الرقم 0000، وأى جهد بين 14.5V و 15.5V يتم تحويله إلى الرقم 1111، إلخ. هذه المرحلة من التحويل تتسبب في خطأ تكميم غير مرغوب فيه وهو صورة أخرى من صور الضوضاء المضافة. أعلى قيمة لخطأ التكميم هذا في المثال الحالي هى 0.5V أو 0.5V/16=1/32=3.125%. عامة بالنسبة لمحول ADC خطي مكون من n من البتات فإن أعلى قيمة لخطأ التكميم تكون $1/(2^{n+1})$، ويقال ببساطة أن التحديدية لهذا المحول تساويn بت.

٣ - **التتابع serialization**: هذه الخطوة تكون بعد عملية التكميم وحيثما يتم تحويل هذه الجهود المكممة إلى أرقام ثنائية.في هذا المثال الخاص، يتم تحويل الجهد التماثلي مباشرة إلى رقم ثنائي. إن عملية التتابع تكون مختفية، وهذه هى الطريقة التي يعمل بها معظم المحولات ADC.

بالنسبة لقناة التليفونات التماثلية يتم استخدام أرقاما من ٨ بتاً لكل إشارة صوت، لذلك فإن معدل البتات للتليفونات الرقمية تساوي ٨بت × ٨كيلوهرتز=٦٤كيلوبتاً/الثانية. على الرغم من استخدام مميزات خواص التشفير غير الخطي لإشارة الصوت، فإن التحديدية تكون ١٢ بتاً لمقادير الصوت المنخفضة ولكن التحديدية تكون أقل من ذلك للمقادير العالية للصوت.

من المميزات الواضحة للإشارات الرقمية هى أداؤها الأفضل في وجود الضوضاء، حيث إن الإشارة الرقمية تكون مختارة من مجموعة محددة ومعروفة من الرموز، فإنه من الممكن استعادة توليد الرموز الأصلية تماما إذا لم تكن الضوضاء كبيرة. فمثلا إذا كان الضوء الأخضر في إشارة المرور عبارة عن ظل بين الأخضر والأزرق، فإن الناس سيظلون يتعرفون على هذا الضوء على أنه اللون الأخضر وسيتصرفون على ضوء ذلك بكل ثقة والاقتناع بالأمان. إذا كنا نستطيع التعرف على الرموز الرقمية المرسلة بعد إعادة تشكيلها عند المستقبل، فإننا سنزيل أى ضوضاء تكون قد أضيفت أثناء عملية الإرسال على الوصلة. وبالتالي؛ فإن الضوضاء في حالة الإعداد الجيد لنظام الاتصالات الرقمي تكون هى فقط الضوضاء المضافة بسبب خطأ التكميم في عملية التحويل إلى الصورة الرقمية أصلا (والتي يمكن جعلها صغيرة عن طريق زيادة عدد المستويات)، بصرف النظر عن عدد الوصلات التي يتم إرسال الرسالة عليها. إن هذا يختلف عما يحدث في حالة قنوات الاتصالات التماثلية، حيث الضوضاء تكون عادة مضافة أو تراكمية وبالتالي فإنه كلما كانت القناة أطول كانت الضوضاء أسوأ، مع ملاحظة الإعداد الجيد للقناة. إذا

كانت الضوضاء ستتسبب في اختيار الرمز الخطأ عند إعادة توليد الإشارة عند المستقبل، فإن الأخطاء ستضاف على الإشارة في هذه الحالة. عند اختيار الرمز الخطأ فإن الضوضاء في الحقيقة تزداد. وبالتالي؛ فإنه عند مستوى تشبعي معين للضوضاء فإن أداء القناة الرقمية سيؤول إلى التلاشي، وستتكسر الإشارة بينما، تكون الإشارة الرقمية عندما تتدهور مازالت معروفة ولها معنى.

(١٠،٢،٣) التبادل بنظام الحزم أو الباكيت

تعتبر توصيلة الـPOTS مثالا على تبادل الدائرة، والذي يعني أن القناة الطبيعية تكون مخصصة للمكالمة في أثناء فترتها.في هذه الأيام وعلى الرغم من ذلك فإن الاتصالات عن طريق تبديل الحزمة هى الأكثر عمومية.في بعض الأحيان تكون حزمة واحدة كافية لاستيعاب كل الرسالة، ولكن في الأحوال الأخرى تكون الحزمة جزء من المكالمة أو تدفق البيانات.في حالة تبديل الحزمة تتم مشاركة القناة الطبيعية بين كل الحزم، بحيث يتم استخدام القناة عن طريق حزمة معينة من مكالمة معينة، وبعدها يمكن أن تكون حزمة أخرى من مكالمة أخرى هى المستخدمة للقناة، وهكذا. الحزم الأخرى من أى مكالمة سيتوالى إرسالها على القناة عندما تكون متاحة وعندما تكون القناة حرة، وهذا بالتالي ليس بالضرورة أن يكون على فترات زمنية متساوية أو منتظمة.

تعتبر تقنية تبديل الحزم أو الباكيتات تقنية رقمية، حيث يتم تحويل كل البيانات القادمة من المصادر المختلفة إلى بيانات رقمية قبل البدء في إرسالها. إن هذا يعتبر مفيداً جداً، حيث إنه يعني أن كل مصادر البيانات يمكن نقلها على نفس الشبكة أو الوصلة مما يوفر تكاليف الإدارة والنشر، فمثلا، يتم تحويل الصوت إلى حزم ويرسل باستخدام بروتوكول الصوت على الإنترنت voice over internet protocol, VOIP. كما رأينا مسبقا، فإن المعدل الثابت للبتات ٦٤ كيلوبت/الثانية constant bit rate CBR يكون هو المعدل المثالي للتليفونات، ولكننا لا نستطيع تحقيق هذا الـCBR مع حركة السير الخام على الإنترنت، حيث إن البيانات على الإنترنت لابد أن تكون مرسلة في صورة حزم. وبالتالي فإن تدفق أو مجرى البيانات ٦٤ كيلوبتاً/الثانية يجب تقطيعة أو تقسيمه لإرساله في صورة حزم على الإنترنت ثم يعاد تجميعه مرة أخرى عند المستقبل. كمثال على حوار نموذجي يتم في حالة الـVOIP، ففي حالة المرمز G.711الذي له معدل أخذ عينات مقداره ١٠ ميللي ثانية لكل عينة لكل حزمة، فإن معدل وصول الحزم المتوقع يكون ٥٠ حزمة في الثانية، وطول الحزمة ٢٠٠ بايت [8]، وبالتالي فإن المعدل الكلي لبيانات الـIP سيكون ٨٠ كيلوبتاً/الثانية.

هناك نوعان من تبديل الحزمة: الخالي من التوصيل connectionless كما هو الحال في الإنترنت الحالي، والموجه الاتصالconnection oriented.في تبديل الحزمة الخالي من التوصيل، على الرغم من أنه قد يكون هناك تدفق للحزم، فإن كل حزمة ستجد أساسا طريقها الخاص بها على الشبكة؛ ولذلك فإن الحزم لنفس المكالمة قد ترسل في

طرق مختلفة وبالتالي فإنها قد تصل غير مرتبة (ولكن على العموم، فإن الإنترنت تكون مستقرة بما فيه الكفاية على فترة زمنية تصل إلى الأسبوع بحيث أن الحزم ستتبع تقريبا نفس المسار إلا إذا كان هناك خلل أو أمر غير طبيعي).في حالة تبديل الحزم الموجه الاتصال فإن كل الحزم تتبع نفس المسار، وإذا كان هناك خلل أو خطأ في المسار فإن التدفق أو الإرسال يتوقف.

(١٠،٢،٤) أنظمة الوصول على الوسط

إن تبديل الحزم يعتبر أحد الطرق لمشاركة وسط عام بين العديد من القنوات. من الطرق الأخرى كما في الشكل رقم (١٠.٢):

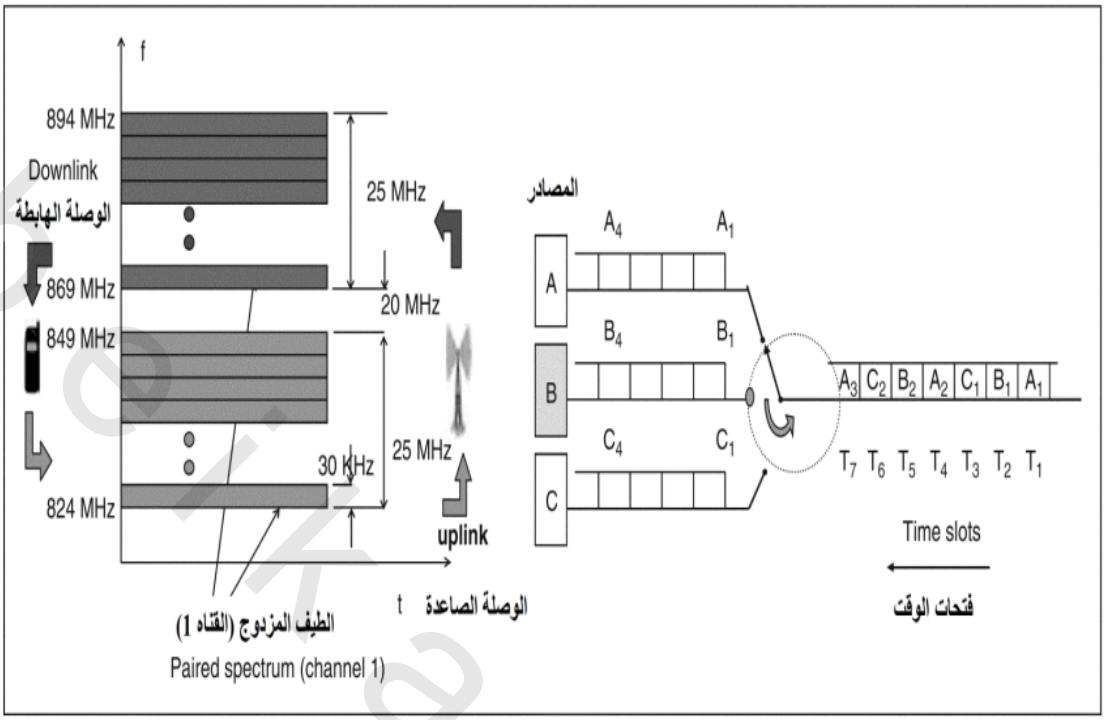
• ال FDMA كما في الشكل رقم (١٠.٢)، والذي يقسم عرض مجال القناة إلى العديد من المجالات الترددية الجانبية، ويتم تخصيص مستخدم لكل واحد من هذه المجالات الجانبية في كل وقت القناة.

• ال TDMA أو التقسيم الزمني المتعدد الاتصال time division multiple access، والذي يقسم القناة إلى فترات زمنية. كل مستخدم يخصص له كل عرض القناة لفترة زمنية معينة بنظام دوري بين المستخدمين أو على حسب الطلب.

• ال CDMA أو تقسيم الكود المتعدد الاتصال code division multiple access والذي يستخدم تقنيات الطيف الممتد ويخصص كوداً رقمياً وحيداً بدلا من ترددات الراديو للتفريق بين الاتصالات المختلفة. سيكون هناك شرح للطيف الممتد في الجزء ١٠.٤.١.٢.

(١٠،٣) الإنترنت والشبكة العالمية

يمكن الاتصال بالإنترنت من المنزل باستخدام موديم الاتصال الهاتفيV.92 أو باستخدام موديم ADSL المفتوح دائما أو موديم الكابل. يوفر الكابل معدلات اتصال تصل إلى ٣ ميجابتاً/الثانية باستخدام كابلات الـTV المصممة أصلا لهذا الدعم، أو يمكن استخدام التقنيات اللاسلكية كما سيتم شرحه في الجزء (١٠.٤).في وقت العمل يمكننا استخدام شبكة "في البيت" in-house أو التوصيل على شبكة محلية local area network, LAN، أو المجملة أو الموجزة كما في الجزء (١٠.٣.٢). سننظر في هذا الجزء على بعض البروتوكولات العامة المستخدمة لدعم استخدام الإنترنت، وسننتهي بالنظر على بعض التطبيقات للشبكة الدولية world wide web, WWW.

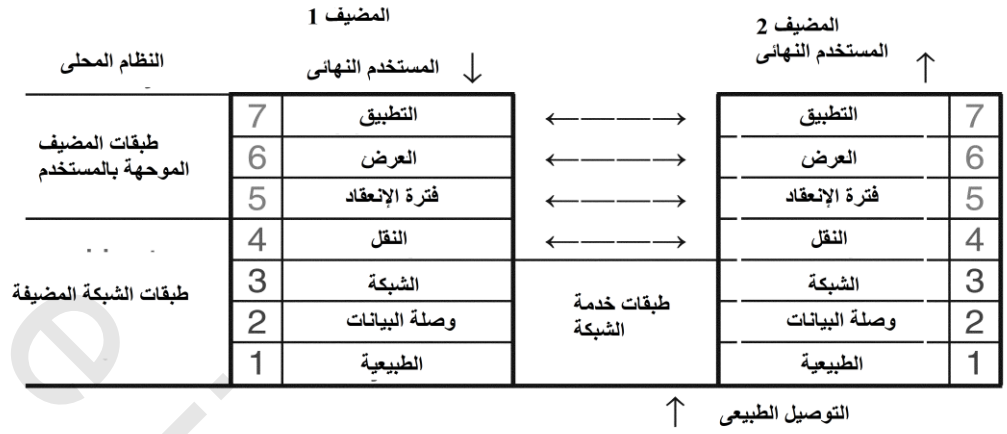


الشكل رقم (١٠،٢) طرق الاتصال المتعدد

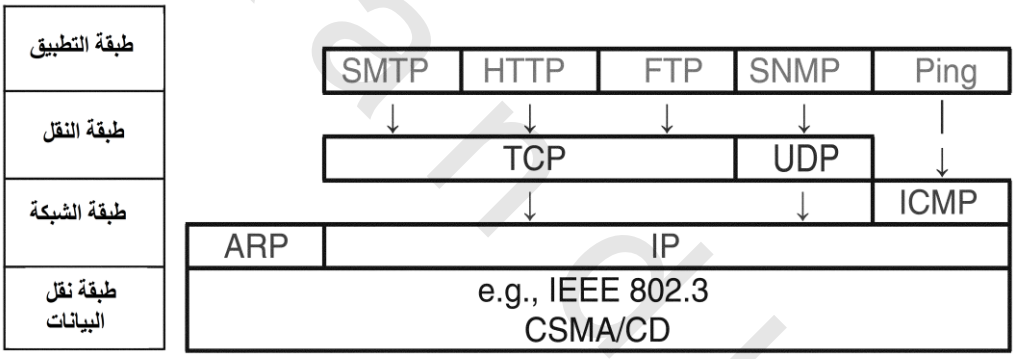
(١٠،٣،١) هيكل الاتصالات الطبقي

لقد وجد من المفيد أن تكون هناك هيكلة طبقية للشبكات. التقابل أو المواجهة بين هذه الطبقات يجب أن يكون محددًا جيداً؛ مما يساعد التقنيات المختلفة والبروتوكولات أن توضع في موضعها المناسب. أيضا فإن التغيرات في طبقة من هذه الطبقات لا يسبب انتشاراً لهذه التغيرات خلال طابور باقي البروتوكولات. على الرغم من أن هذا الهيكل الطبقي قد قدم خدمات جيدة حتى الآن، فإن هناك أفكاراً لتوصيل هذه الطبقات وتكسير هذا النموذج بالخدمات متعددة الطبقات، وذلك لتوفير مستويات مختلفة من جودة الخدمة quality of service, QoS للتطبيقات المختلفة.

هناك اثنان من الهيكلة الطبقية شائعان: النموذج المرجعي لأنظمة التوصيل المفتوحة ذات السبع طبقات seven-layer Open System Interconnection reference model, OSI RM من هيئة المعايير العالمية كما في الشكل رقم (١٠،٣)، وبروتوكول التحكم في النقل/بروتوكول الإنترنت transport control protocol/Internet protocol, TCP/IP كما في الشكل رقم (١٠،٤).



الشكل رقم (١٠،٣) هيكل السبع طبقات OSI RM.



الشكل رقم(١٠,٤) جزء من طبقات بروتوكول الـ TCP/IP.

الطبقة ١ تتعامل مع التوصيلات الطبيعية مثل تخطيط الأرجل، ومستويات الجهد، ومواصفات وحدود الكابلات، إلخ. لتصليح هذه الطبقة يكون كل المطلوب هو البحث عما إذا كان دايود معين باعث للضوء LED يكون مضيئا أم لا.

الطبقة ٢ تتعامل مع نقل البيانات بين جهازين على وصلة طبيعية. على هذه الطبقة يجب أن يكون الجهازان يستعملان نفس البروتوكول وعند نفس السرعة. المعيار الأكثر أهمية عند هذا المستوى يأتي من الإيثرنت Ethernet، أو أكثر دقة من كاشف حساس الموجة الحاملة متعدد الآتصال/التصادم 802.3 CSMA/CD, carrier sense multiple access/collision detection. إنها هى نفسها (فروق بسيطة بين البروتوكولين تعني أنها يمكن أن تعمل على نفس الشبكة الطبيعية ولكنها لن تتعامل مع بعضها)، على الرغم من أن بروتوكول الإيثرنت القديم أصبح نادرا الآن إلا

أن لفظ الإيثرنت يتم استخدامه دائما (كما سنرى بدءًا من الآن) بمعنى الـ802.3CSMA/CD. سيتم عرض الإيثرنت ببعض التفاصيل في الجزء (١٠.٣.٢.١). التحكم في الأخطاء يعتبر وظيفة أساسية للطبقة ٢ ووحدة البيانات فيها تسمى في العادة الإطار frame.

الطبقة ٣ يتم الإشارة إليها على أنها طبقة الشبكة في كل بوتوكول الـOSI RM وال TCP/IP. وظيفة هذه الطبقة هى التأكد من أن البيانات الخارجة من المصدر إلى الهدف تكون على قفزات متعددة (بمعنى على العديد من الطبقات ذات الوصلتين). على الرغم من ذلك، فعلى العكس من الطبقتين ١ و ٢ فإن معايير الطبقة ٣ تختلف في النموذجين: في الـTCP/IP، فإن الـIP يوفر الآلية لنقل الحزم على شبكة الشبكات (بمعنى دائرة داخلية internetwork أو إنترنت)، بينما أحد الأمثلة على بروتوكول طبقات الشبكة في الـOSI RMهو الـX.25. تحديد المسار والتحكم في التدفق هى إحدى الوظائف الأساسية لهذه الطبقة. وحدة البيانات في هذه الطبقة هى الحزمة أو الباكيت.

الطبقة ٤ هى طبقة النقل في كل من البروتوكولين OSI RM وال TCP/IP، على الرغم من أنهما وللمرة الثانية غير متطابقين معيارياً. على العكس من طبقة الشبكة، فإن الطبقة ٤ تظهر فقط في المضيفات النهائية. هذه الطبقة من الممكن أن تكون ضرورية في بوابة بين شبكتين مختلفتين تقنياً، ولكن البوابة تعمل في الحقيقة كوكيل أو تقف بدلا من المضيف النهائي. وظيفة هذه الشبكة هى التأكد من أن كل الحزم تم استقبالها وتقديمها إلى الطبقة التالية في الترتيب الصحيح. بروتوكول الـTCP/IP ذو الصلة هو الـTCP،الذي يهدف للتقديم للطبقة التالية خدمة قد تظهر على أنها موجهة توصيلياً، على الرغم من أنه ينفذ في الحقيقة على خدمات الـIP اللاسلكية.في بعض الأحيان قد لا نطلب خدمة موجهة التوصيل؛ ولذلك فإن بروتوكول مخطط بيانات المستخدم UDP تكون بديلا، بروتوكول نقل الأوزان الخفيفة في طابور الـTCP/IP.

في الـ OSI RM تكون هناك الطبقة ٥،التي تشتمل على جلسة التشغيل، والطبقة ٦ التي تتعامل مع العرض. إنها غير موجودة في طابور بروتوكول الـTCP/IP. تسمح الطبقة ٥ بإعادة إيجاد جلسة إلى وضع عام تم تخزينها فيه مسبقا.في الـTCP/IP يتم ترك هذه الوظيفة لطبقة القمة (طبقة التطبيق). تسمح الطبقة ٦ بضبط تشكيل البيانات لتناسب العرض المطلوب في المضيف النهائى (مثل، هياكل الملفات، ومجموعات الحروف). للمرة الثانية، فإن الـTCP/IP يترك مثل هذه الأشياء لطبقة التطبيقات.

في النهاية، فإن طبقة القمة تتعامل مع التطبيقات. إنها الطبقة ٧ في بروتوكول OSI RM أو الطبقة ٥ بروتوكول الـTCP/IP.في الـTCP/IP من الممكن أن يكون ذلك عبارة عن بريد إلكترونى من خلال الـSMTP، أو WWW من خلال الـhttp، أو واحد من التطبيقات الأخرى العديدة على الإنترنت. هناك تطبيقات مشابهة في الـOSI RM.في هذه الطبقة يتم تقسيم البيانات إلى الأحجام المناسبة من الحزم أو يتم تجميعها مرة أخرى.

هناك في الحقيقة طبقة أخرى فوق طبقة التطبيقات: إنها برنامج المستخدم الذي ينادي على بروتوكول طبقة التطبيقات. من المفضل أحيانا أن نفكر في التطبيقات في طبقة القمة كخدمات بدلا من تطبيقات ؛ ، ولذلك فإن تطبيق المستخدم (مثلا مستكشف الإنترنت) يستخدم خدمة الـhttp.

(١٠،٣،٢) الشبكات المحلية

إن بروتوكولات الشبكة المحلية عبارة عن بروتوكولات تحكم في الاتصال بالوسائط media access control MAC، ووظيفتها هى الحصول على البيانات من المصدر إلى الهدف المضيف في نفس الشبكة المحلية. لكي يتم ذلك فإنها تستخدم عنوان الـMAC، وهو عبارة عن عنوان وحيد من ٦ بايتات موصل سلكيا (في الغالب) على كل كارت تقابل مع الشبكة network interface card, NIC (نظام جانبي يحقق الاتصال أو المواجهة بين الحاسب والشبكة). يتم التعبير عن عنوان الـMAC بالنظام الستعشريhexadecimal، مثل 00-13-02-90-71-E2 حيث البايتات الثلاث الأولى تحدد الصانع (وهو شركة Intelفي هذه الحالة). حاول كتابة "ipconfig/all"في أى شاشة أوامر للنوافذ Windows (من الزرار "start" في النوافذ، إذهب إلى "Run"واكتب "cmd" ثم انقر على "OK") لكي ترى عنوان الـMAC للحاسب الخاص بك.

(١٠،٣،٢،١) الإيثرنت

هذا البروتوكول له العديد من الإصدارات. أول إصدار له معدل بيانات مقداره ١٠ ميجابت/الثانية، على الرغم من أن المعدل الشائع الآن هو ١٠٠ ميجابت/الثانية، مع وجود المعدلات ١ جيجابت/الثانية و١٠جيجابت/الثانية. يستخدم الإيثرنت الأصلي كابل نحاسي كمسار، أى، وسط النقل الذي يربط كل نقط الشبكة. حيث أنه يوجد وسط عام أو واحد للنقل، فإنه إذا بدأت نقطتان في الإرسال في نفس الوقت فإنه من الممكن أن يحدث تصادم، بمعنى، كل من الإشارتين ستظهر على المسار في نفس الوقت وكل منهما ستمثل ضوضاء للأخرى، وكل منهما ستفسد الأخرى وستمنع أى نقطة من القدرة على استرجاع أى بيانات. إن التحديد المعياري لل CSMA/CD 802.3 على أنه "الكشف عن الاتصال المتعدد/التصادم عن طريق حس الموجة الحاملة" يرجع إلى الطريقة التي يتعامل بها هذا البروتوكول مع هذه المشكلة:

١ - CSMA: في البداية يتم الكشف أو حس إذا كانت أى نقطة في الشبكة تستخدم الوسط أو المسار. إذا كانت الإجابة "نعم"، يتم الانتظار، وإذا كانت الإجابة "لا" يبدأ في الإرسال.

٢ - CD: بعض النقاط على الشبكة من الممكن أن تكتشف أن المسار حر أو متاح في نفس الوقت وتبدأ في الإرسال، مما يسبب التصادم؛ ولذلك لابد من الكشف عن هذه الحالة (عن طريق التعرف على مواصفات

المستويات الجهدية)، ويبدأ التعامل معها (بالانتظار لفترة زمنية عشوائية قبل البدء في إرسال إطار البيانات مرة أخرى). بعد ١٥ محاولة فاشلة يمنع هذا الإرسال (على أنه غير ممكن أو غير محتمل).

يتم استخدام تعديلات لهذا البروتوكول مع الاتصال اللاسلكي (حيث إن الأجهزة اللاسلكية تستخدم أيضا وسطاً عاماً)، ولكن حتى إذا كان الوسط مخصصاً، بدلا من أن يكون عاماً، فإن الإيثرنت مازال يستخدم لبساطته ومرونته في إدارة الشبكات.

إن الشكل العام لوصف تقنيات الإيثرنت هى cModex حيث c ترجع إلى معدل البيانات بالميجابت/الثانية، و Mode تكون إما الأساس "base" بمعنى أن الإشارة تكون غير معدلة (أى أنها مجال أساس baseband للإشارة)، وإما متسعاً "broad" والذي يعني أن البيانات تكون معدلة على موجة حاملة للحصول على إشارة ذات مجال متسع، وأخيرا، x، إما أنها تشير الطول الأعظم لكابل المسار لأقرب نقطة 100m أو أنها تعطي (إذا كانت x عبارة عن سلسلة من الأحرف) دليلاً أو إشارة عن الوسط، مثلا، "T" تشير إلى استخدام كابل مزدوج ومجدول من النحاس، و "F" و "LX" أو "SX" تعني استخدام كابل شعيرات ضوئية (من أنواع مختلفة).وبالتالي ؛ فإن بعض تقنيات الإيثرنت تكون 10Broad36 أو 10Base5 أو 1000Base-SX أو 10GBase-T.

(١٠،٣،٣) الإنترنت

يعتمد الإنترنت على استخدام بوتوكول TCP/IP. كما أوضحنا في المقدمة عن الطبقة ٣ في الجزء ١٠.٣.١، فإن الإنترنت يعتبر شبكة الشبكات، حيث توفر وسيلة لربط الشبكات المحلية مع بعضها. يتم تسيير الحزم من شبكة لأخرى باستخدام الـIP، بينما يتم استخدام بروتوكول الـMACفي الشبكات المحلية (الإطارات في الطبقة ٢) من المصدر إلى الهدف المضيف. يستخدم بروتوكول ضم العنوان address resolution protocol, ARP لضم عنوان الـMAC إلى عنوان الـIP. يعمل الـTCP عند المضيف النهائى لإعادة ترتيب وتتابع الحزم ويحقق أيضا التحكم في تدفق واختناق البيانات.

إن بروتوكول الـTCP/IP والإنترنت نفسها لا تعمل على شبكة الـARPANET أو advanced research project agency network والتي تم تطويرها في الستينيات لوزارة الدفاع الأمريكية، حيث كان أول إصدار للـTCP/IPفي عام ١٩٨٣. لقد كان السبب الأساسى لنجاح الـTCP/IP هو أن الـIP تمت هندسته أو تصميمه ليكون شبكة بسيطة جدا. حيث أن الحاسبات القديمة وأجهزة الشبكات كانت لا يعتمد عليها، فقد كانت عملية جعل الشبكة أكثر مرونة تؤول إلى جعلها بدون توصيلات (على العكس من التوصيلات الموجهة)، والذي ساعد أيضا في جعل الـIP أكثر بساطة.في الشبكات اللاسلكية، فإنه حتى إذا فشل جهاز التوجيه router، فإن الحزمة يمكن توصيلها طالما أن هناك طريقا بديلا.بينما تحقق اللاسلكية شروط المرونة المطلوبة من الشبكة، فإن هذا الاختيار قد جعل تحقيق جودة الخدمة

QoS أكثر صعوبة، وذلك لأن جودة الخدمة لا يمكن ضمانها إلا إذا كانت جميع الحزم ستتبع نفس المسار، وهذه مشكلة تحاول الآن الـInternet Engineering Task Force, IETF حلها.

من أوسع الـIP استخداماً هذه الأيام هو الإصدار ٤، IPv4، على الرغم من وجود مشكلة مع عدد العناوين المتاحة في هذا الـIPv4.إن المجال العنواني لل IPv4 يتكون من ٣٢ بتاً، وعلى الرغم من أن ذلك يعطي نظرياً $2^{32}=4.3x10^{9}$من العناوين فإن العديد من هذه البلوكات تم الاستغناء عنها وأصبحت العناوين المتاحة قليلة أو شحيحة. هناك طرق للالتفاف حول هذه المشكلة عن طريق نقل عناوين الشبكة network address translation, NAT، والذي يساعد العديد من وحدات التشغيل في أى مشروع أن تستخدم عناوين الـIP الخاصة في شبكة هذا المشروع والمشاركة في القليل من العناوين IPv4 العامة للتواصل مع الإنترنت، ولكن هذا يناسب فقط المؤسسات التي لديها عناوين من الـIPv4.

في الدول النامية يعتبر الإصدار ٦ من الـIP حلا مفضلا، حيث إنه يحتوي على ما يبدو الآن أنه خزان تخيلي لا ينفذ من العناوين. هناك ١٢٨ بت في الإصدار IPv6 للمجال العنواني: ٦٤ بتاً منها لل ID الخاص بالشبكة و ٦٤ بتاً لل ID الخاص بالمضيف. إن هذا يعني أن هناك $1.8x10^{19}$ من عناوين الشبكة يمكن استخدامها لتسيير الحزم على الإنترنت إلى الشبكة المضيفة، بمعنى ٢.٨ بليون من الشبكات لكل واحد من الـ٦.٥ بليوناً شخص من سكان العالم الآن حيث تدعم كل شبكة $1.8x10^{19}$ من العناوين المضيفة. هناك كفاية من البتات في الـID الخاص بال IPv6 المضيف لاستخدام ٤٨ بتاً من العنوان MAC؛ مما يسهل إدارة الشبكة. يحتوي المجال العنواني لل IPv6 على المجال العنواني لل IPv4 كمجموعة عناوين جانبية، بحيث يمكن لشبكات الـIPv4 أن تعمل على أجهزة الـIPv6.

(١٠،٣،٣،١) عناوين بروتوكول الإنترنت

لدينا ثلاثة أشكال من العناوين يمكن افتراضها هنا: اسم المضيف hostname، وال IPv4، وال IPv6. إن الشكل "اسم المضيف" hostname يعتبر أكثر سهولة وصداقة للاستخدام البشري والذي يشير إلى الخدمة وليس للجهاز. مثلا، www.iana.org هى الـhostnameلخادم الويب للمكلفين بتعيين عناوين الإنترنت Internet Assigned Numbers Authority, IANA. يتم استخدام نظام اسم النطاق Domain Name System, DNS للنقل من عناوين الـhostname إلى عناوين الـIP المستخدمة لتسيير الحزم على الإنترنت (مثلا، بكتابة "nslookup www.iana.org"في مجال كتابة أوامر النوافذ windows سيبين لنا أن الـwww.iana.org يستخدم العنوان 192.0.34.162 من الـIPv4. ولذلك؛ فإنه بوضع http://www.iana.orgفي مجال تحديد الموارد المنتظم (URI) لمستكشف الويب سيكون له نفس التأثير مثل كتابة http//192.0.34.162). من مميزات الـhostname بجانب سهولة تذكره،أنها لا تكون مخصصة لماكينة أو جهاز معين.

ولذلك؛ فإن خادم الويب IANA يمكن استبداله مع جهاز آخر، مع تجديد الـDNS، ولن يشعر أى مستخدم لل hostname بأى فرق، بينما أى شخص يستخدم الـIP الحقيقي لن يجد خادم الويب مرة أخرى.

عناوين الـIPv4 يتم كتابتها في صورة تدوين "عشري منقط". إن طولها هو ٤ بايتات، وبالنظام العشري فإن كل بايت تتراوح قيمتها من صفر حتى ٢٥٥؛ ولذلك فإن كل بايت تكتب بقيمتها العشرية وتفصل بنقطة من البايت المجاورة. بعض العناوين تكون محجوزة لبعض الاستخدامات الخاصة، مثل الشبكات الخاصة [10].

يتكون الـIPv6 من ١٦ بايتاً، مكتوبة في مجموعات من اثنين بايت (أربعة حروف ستعشرية)، مع النقطتين الفاصلتين بين كل منهما كما يلي:

2001:0000:0000:0000:1319:8a2e:0370:7334.

كما ذكرنا مسبقا، فإن الـIPv6 يحتوي عناوين الـIPv4، وشكل الـIPv4 المنقول إلى عناوين الـIPv6 هو:

::FFFF:w:x:y:z

حيث الـw.x.y.z هى أى عنوان IPv4.

يقدم الـTCP (أو UDP) وال IP مقبساً عند النهاية المضيفة ليحدد أى تطبيق لتوصيله على مستوى مواجهة برمجة التطبيق application programming interface, API. مع الـTCP تكون هناك طريق للعودة؛ ولذلك فإنه في هذه الحالة يوجد زوج من المقابس. يقدم الـIP عنوان الـIP، بينما يقدم الـTCP رقم البوابة. كمثال على مقبس مستخدم مع مستكشف الويب هو 192.0.34.162:80 (مثلا: اكتب "netstat –n" في مجال كتابة أوامر النوافذ مباشرة بعد تحميل أى صفحة جديدة من الويب، وانظر تحت "Foreign Address" كما في الشكل رقم (١٠،٥). هناك أرقام بوابات [11] مثل 25 لل SMTP و 80 لل HTTP.

```
C:\Documents and Settings\simmonds>netstat -n

Active Connections

  Proto  Local Address          Foreign Address        State
  TCP    10.50.1.203:1544       192.0.34.162:80        TIME_WAIT
  TCP    10.50.1.203:1545       192.0.34.162:80        TIME_WAIT
  TCP    127.0.0.1:1399         127.0.0.1:1400         ESTABLISHED
  TCP    127.0.0.1:1400         127.0.0.1:1399         ESTABLISHED
```

الشكل رقم (١٠،٥) مقبس لمستكشف الويب.

في الشكل رقم (١٠،٥) تم وضع مقبس الـIPv4، 192.0.34.162:80 على الحاسب الخاص بي عن طريق فتح مستكشف الويب وتحميل الـURL التالي:

http://www.iana.org/assignment/port-number. لقد أعطى ذلك الـhostname للخادم المصاحب للصفحة التي نحاول إيجادها وحدد أيضا أننا نريد استخدام الـhttp (أى البوابة 80). إن النداء على أى خادم DNS سيحول الـhostname، (www.iana.org) إلى عنوان IPv4. بعد ذلك يقوم الحاسب الخاص بى بتجهيز المقبس 192.0.34.162:80ويرسل حزمة تزامن synchronization, SYN لبدء عملية الإرسال TCP. خادم الويب عند الـwww.iana.org يرد بحزمة اعتراف للتزامن synchronization/acknowledgment, SYN/ACK (باستخدام البوابة 1544 مثلا، رقم البوابة ليس 80 حيث إن ذلك يعتبر مسار عودة للمستكشف، بمعنى أن الحزم الذاهبة إلى خادم الويب فقط هى التي يكون لها رقم بوابة 80). بعد ذلك يقوم الجهاز الخاص بى بتوليد المقبس الثانى من الزوج (مثلا 10.50.1.203:1544 حيث إننى أستخدم عنواناً خاصاً مع الـNAT) ويرسل اعترافاً مرة ثانية ليؤكد على جلسة الـTCP (وعند هذه النقطة يكون كل من المستكشف والخادم قد رأى أو اعترف كل منهما بالآخر). إن حزمة الـSYN إلى الخادم، وال SYN/ACK الراجعة، وال ACK إلى الخادم تعتبر طريقة المصافحة الثلاثية لبدء جلسة تراسل TCP مع تحديد النهايتين بزوج المقابس. بعد وصول صفحة الويب، وانتهاء الجلسة، يكون المقبس في حالة انتظار TIME-WAIT. إن عنوان الـIP، 127.0.0.1 يعتبر عنواناً خاصاً في حالة وجوده على أى حاسب فإنه ينادي أو يشير إلى نفسه (بمعنى مضيف محليlocalhost). وفي هذه الحالة، فإن ذلك يوضح أن حلقة تراسل TCP تم بدأها للتأكد من أن بروتوكول الـTCP/IP مازال تحت الاستخدام حتى يتم تجنب أي تأخير في حالة البدء من جديد.

اكتب "arp-a"في مكان أوامر النوافذ windows لترى الذاكرة الخبيئة cache (وهو مصطلح يعبر عن ذاكرة المدى القصير التي يتم بناؤها عند الحاجة) المستخدمة للنقل بين عناوين الـIP وعناوين الـMACالتي اكتشفها جهازك. يجب على الأقل أن تجد النقل بين عناوين الـIP وال MAC لبوابة الخروج إلى الإنترنت الخاصة بجهازك.

(١٠،٣،٤) الشبكة العالمية

إن الشبكة العالمية world wide web, www هى في الحقيقة عبارة عن خدمة (باستخدام http) يتم تنفيذها على الإنترنت. لقد تم تطويرها فيcentre Europeen de Recherche Nucleare, CERN عن طريق Tim Bernerse-Leeفي البداية كوسيلة لمشاركة العمل في العلوم الطبيعية، وكان أول إصدار عام لها في عام ١٩٩١م. بعيدا عن التزاوج بين الإنترنت وكتابة النصوص ولغة الـHTML، فإنها تقدم أيضا الـURIs (والمعروفة أيضا بال URLsتحديد الموارد المنتظم uniform resource locators، وعناوين الويب، على الرغم من أن الـURI يعتبر الاسم التقني المفضل).

يعتبر الهايبرتكست hypertext هو توصيل نص أو جزء من نص إلى الجزء الآخر أو حتى إلى نفسه، باستخدام التوصيلات أحادية الطريق (مثلا النصوص التي تحتها خط أو الزرقاء عامة في أى صفحة ويب، إلا إذا كنت قد نقرت عليها ففي هذه الحالة تظهر لوناً آخر). إن حقيقة أن هذه الوصلات تكون أحادية الطريق مهمة جداً، حيث

إنها لا تتطلب تغيرات في وثيقتين على ربما خادمي ويب مختلفين لبناء وصلة معينة؛ وبالتالي فإن الويب تتسع بسرعة. على الجانب الآخر، فإنها تعني ان الوصلات المتكسرة يجب توقعها حيث إن الوثائق تتم إزالتها بدون الرجوع إلى كل الصفحات الموصلة إليهم. إن الوصلة أو الهايبرلنك ليس بالضرورة أن تكون نصاً، بل إنها من الممكن أن تكون صورة.

إن الـ URIs تصف مكان وطريقة الاتصال بأى مصدر أو مورد (مثلا وثيقة أو صورة)، مثلا، الصفحة http://info.cern.ch هى صفحة ويب موجودة على خادم ويب عند info.cern.ch ويتم الاتصال به باستخدام مستكشف الويب لعرض HTML والتي هى لغة الويب، وآخر إصدار منها هو الإصدار 4.01[12]. تتعلق لغة الـHTML أساسا بتقديم المعلومات، وليس بأى معنى، على الرغم من وجود جهود مكثفة الآن لتطوير ويب ذات دلالات semantic web واختصاراً تكتب XML، وهذه ستكون صفحات ويب يمكن فهم معلوماتها آليا أو باستخدام الماكينة.

يمكن كتابة صفحة ويب بسيطة جداً كما يلى:

```
<html>
<head>
<title>an example webpage</title>
</head>
<body>
<p>This is a paragraph with an <a href¼"http://info.
cern.ch">example hyperlink</a></p>.
</body>
</html>
```

إن أوامر العرض في هذه الوثيقة الـHTML يتم تحديدها بالعلامات (<>)،مع برمجة المستكشف ليقوم بعملية العرض المناسبة. لاحظ أن هذه العلامات يجب أن تكون مزدوجة (علامة القفل تبدأ ب />) وتكون متداخلة (مثلا، تكون الفقرة بالكامل داخل الجسم الذي يكون داخل علامات الـHTML). يمكن رؤية الشفرات الكودية لصفحة الويب على المستكشف عن طريق الاختيار View ومنها اختر Source أو Page Source. صفحة الويب في المثال الذي معنا يمكن كتابتها في مفكرة النوافذ Notepad وتخزينها بالاسم example.htm مثلا. يمكن استخدام مستكشف الويب لعرض هذا الملف عن طريق النقر عليه (ملاحظة، كن حذراً مع استخدام العلامات ").

هناك فرق جوهري بين الـHTML وال XML وهو في عرض التواريخ في أى وثيقة. الـHTML ليس لديه أى معرفة بالتواريخ وسيعرض التاريخ "19/9/2006" كنص، وسيتركه للقارئ ليتعرف عليه على أنه ربما يكون تاريخا. ولكن مع وثائق الـXML سيكون هناك مخطط يصف ماذا تفعل كل علامة؛ مما يسمح بإدخال علامات جديدة،

فمثلا <date> يمكن تحديدها بحيث عندما يقوم برنامج بالمرور في أو مسح الوثيقة فإن يمكنه التعرف على الشفرة <date>19/9/06</date> على أنه تاريخ.

بالنسبة للأطباء، فإن الاستخدام الواضح للشبكة العالمية www سيكون عن طريق المرضى للاستفسار عن أعراضهم أو العلاج الخاص بهم حتى يكونوا سباقين إلى وحدات الرعاية. هناك العديد من المجموعات المدعمة التي لها صفحات ويب تعطي المعلومات والوصلات، وتقوم بجمع الأموال، إلخ، لمساعدة الناس الذين تم تشخيصهم بأحوال معينة. أو مع الناس الذين لديهم أعراض بمفاهيم خاصة، وهناك العديد من صفحات الويب التي يمكنها أن تسيربهم للحصول على تشخيص ذاتي.

مع تقدم البرمجيات، سيصبح الذكاء الاصطناعيartificial intelligence, AI مكوناً أساسياً في الرعاية الصحية. ربما تصبح برامج الذكاء الاصطناعي مقبولة للمرضي من خلال استخدام الصور الرمزية مثل برنامج شبكة كيان حاسبات اللغة الاصطناعية artificial linguistic internet computer entity, ALICE و [13,14]Alex. من المثير للاهتمام أنه تم إيضاح أن هذه الصور الرمزية لا يجب أن تكون قريبة جداً من الحقيقة. إن افتراض أن الناس سيتكلمون مع شخص حقيقي أصبح محيراً نتيجة بعض الأخطاء البسيطة. من الطبيعي أن الـwww أصبح مفتوحا للجميع، وهناك بعض التجار الثعابين الذين يبيعون منتجاتهم على الشبكة الدولية. إحدى الطرق للكشف عن هؤلاء الذين يوقعون الضحايا من الناس الأبرياء المحتاجين للرعاية الطبية هى عندما يعلن موقع الإنترنت أن المريض يجب أن يشتري الدواء أو المنتج أو أنه لن يلوم إلا نفسه.أحد المهام المهمة للمتخصصين في الرعاية الصحية هى إرشاد المرضى للمواقع على الإنترنت التي يمكن الثقة بها.

(١٠،٤) تقنيات اللاسلكي والمحمول

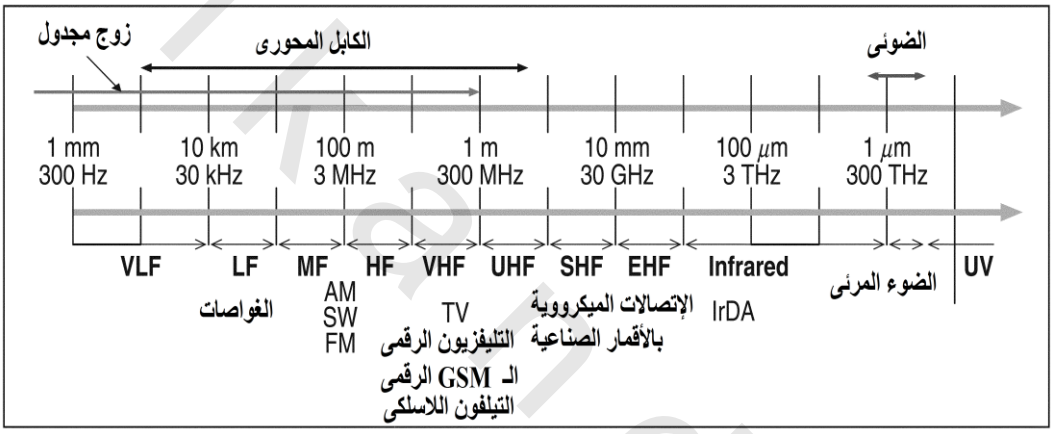
(١٠،٤،١) أساسيات تقنية اللاسلكي

(١٠،٤،١،١) موجات الراديو والطيف الترددي

تستخدم الاتصالات السلكية موصلات (زوج من أسلاك النحاس المجدولة أو الكابلات المحورية) أو شعيرات ضوئية لإرسال واستقبال البيانات، بينما تستخدم الاتصالات اللاسلكية الموجات الكهرومغناطيسية بدون الاعتماد على الموصلات.

إن طيف ترددات الراديو radiofrequency, RF يوجد في الجزء الأسفل من طيف الترددات الكهرومغناطيسية. يوضح الشكل رقم (١٠.٦) طيف الـRF والاستخدامات الشائعة للترددات المنخفضة جدا very low frequency, VLFحتى الترددات الميكروية الفائقة الارتفاع extremely high frequency, EHF، وتستمر حتى الأشعة تحت

الحمراء، ثم الضوء المرئي، والأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet, UV. يمتد مجال ترددات الراديو من التردد ١٠ هرتز حتى فوق ٣٠جيجاهرتز، وتم تقسيمها إلى ٤٥٠ مجالا مختلفا.في العادة، يكون هناك ترخيص من المنظمين المختصين للإرسال أو الاستقبال على مجال معين من هذه المجالات، بينما تكون المجالات غير المرخصة متاحة للاستخدام بدون الحاجة إلى تراخيص.هناك اثنان من المجالات غير المنظمة وهما المجال ISM(انظر الجزء ١٠,٢) (٩٠٢ -٨٢٨ ميجاهرتز، و ٢,٤ - ٢,٤٨٣٥ جيجاهرتز، و ٥,٧٢٥ — ٥,٨٥ جيجاهرتز) ومجال البنية التحتية المعلوماتية القومية غير المرخصة unlicensed national information infrastructure, U-NII (٥,١٥ — ٥,٣٥ جيجاهرتز و ٥,٧٢٥ - ٥,٨٢٥ جيجاهرتز).



الشكل رقم (١٠،٦) طيف ترددات الراديو.LF=الترددات المنخفضة، MF= الترددات المتوسطة، HF=الترددات العالية، VHF= الترددات المرتفعة جدا، UHF= الترددات فوق المرتفعة SHF= الترددات الفائقة الارتفاع AM=التعديل المقدارى، SW=الموجات القصيرة، FM=التعديل الترددى، GSM=النظام العالمى للاتصالات المتحركة، IrDA =جمعية البيانات تحت الحمراء.

هناك عدد من الحقائق المهمة المصاحبة للموجات الكهرومغناطيسية. عند تساوي القدرة، فإن الموجات ذات الترددات المنخفضة تكون لديها القابلية للسفر بعيدا عن الموجات ذات الترددات العالية. كما أن الموجات ذات الترددات المنخفضة تكون لديها القابلية لاختراق الأجسام أو الأهداف أفضل من الموجات ذات الترددات العالية.فمثلا، بالنسبة لموجات الراديو المعدل ترديا FM يمكنها أن تسافر خلال المباني والعقبات بسهولة، بينما الترددات العالية مثل الـGSM عند التردد ١,٨ جيجاهرتز فتخترق المباني بصعوبة أكثر.

بنظرة أخرى فإن الشكل رقم (١٠,٦) يكون مضللا حيث إنه يستخدم التدريج اللوغاريتمي على المحور x (كل علامة تكون ١٠ أمثال العلامة السابقة لها). لذلك ؛ فإن عرض المجال بين العلامات يكون ١٠ أمثال أكبر من

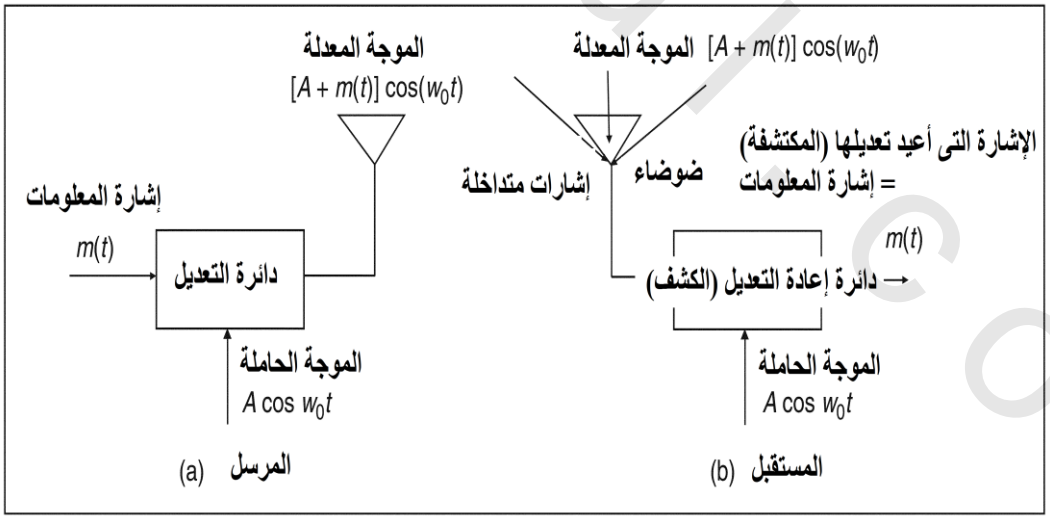
المجال السابق المجاور،. حيث إن السعة تتناسب مع عرض المجال فإن الترددات الأعلى تكون قادرة على حمل معلومات أكثر.

(١٠،٤،١،٢) طرق التراسل

يمكن لكل من الموجات تحت الحمراء وموجات الراديو أن تكون موجات حاملة للإشارات. يستخدم التراسل عن طريق الموجات تحت الحمراء شعاعاً ضيقاً ومركزاً من الضوء تحت الأحمر الذي ينبعث عادة من دايود ضوئيLED أو مصدر ليزر من شبه موصل. يمكن للشعاع تحت الأحمر أن يصل إلى المستقبل مباشرة أو عن طريق الانعكاسات.

يتم التراسل عن طريق موجات الراديو باستخدام موجة جيبية راديوية منبعثة للجو كموجة حاملة، تتميز الموجة الحاملة بمقدارها وترددها وطورها كما شرحنا في الجزء ١٠.٢. يمكن تحميل المعلومات (بيانات المستخدم) على واحدة من خواص الموجة الحاملة السابقة: المقدار (كما هو الحال في التعديل المقداريAMللراديو)، والتردد (كما هو الحال في التعديل الترددي FM للراديو)، والطور. يمكن لأى مستقبل بهوائي مناسب مضبوط أو منغم على تردد الموجة الحاملة المطلوبة أن يجمع الإشارة المحمولة على هذه الموجة الحاملة.

تكون موجات الراديو ذات نطاق ضيق، مما يعني أن المعلومات تشغل مجال ضيق فقط من الترددات المتمركزة حول تردد الموجة الحاملة. الشكل رقم (١٠.٧) يوضح عملية التراسل بالراديو ذات النطاق الضيق باستخدام التعديل المقداري.



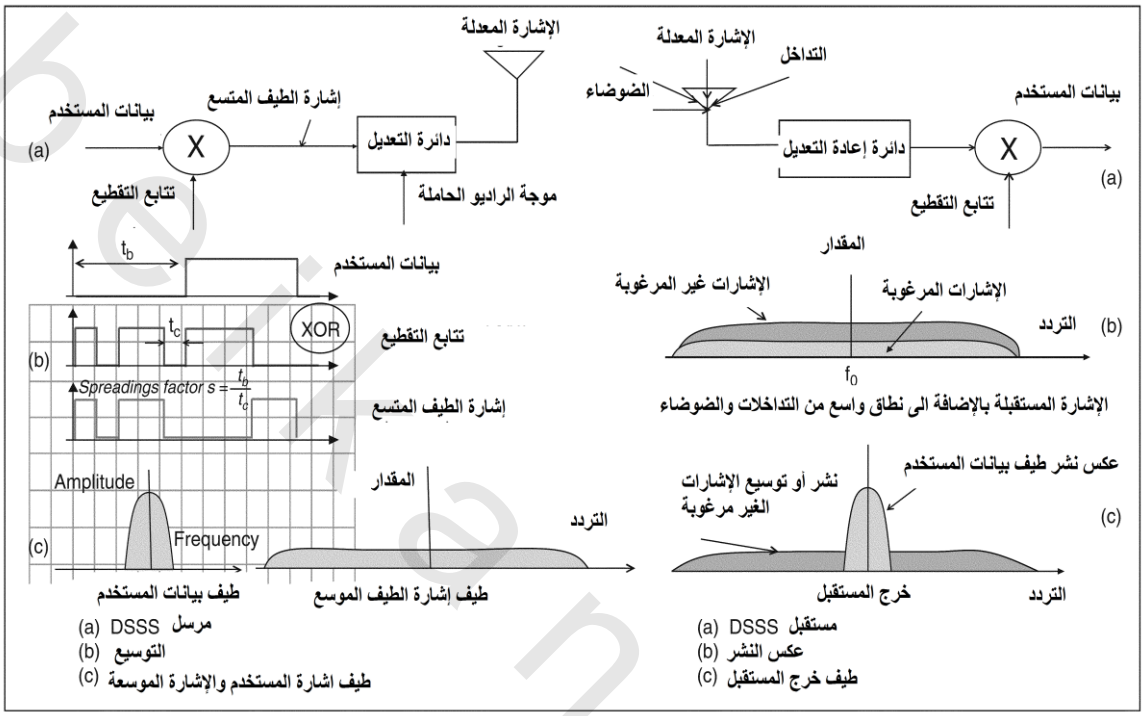
الشكل رقم (١٠،٧) التراسل بموجات الراديو الضيقة النطاق.

كبديل للنطاق الضيق يوجد التراسل بالنطاق الطيفي المتسع. يعتبر الطيف المتسع spread spectrum طريقة للتراسل تأخذ الإشارة ذات النطاق الضيق وتنشرها على جزء كبير من مجال ترددات الراديو RF. إن ذلك له عدة فوائد حيث، كما هى الحال، الضوضاء تحدث عند ترددات معينة. يتأثر الطيف المتسع هامشياً بهذه الضوضاء، بينما لا يمكن تجنبها في التراسل بموجات الراديو ذات النطاق الضيق إذا كانت هذه الضوضاء واقعة في نفس النطاق الترددي الخاص بالإشارة ذات النطاق الضيق.

هناك طريقتان تستخدمان لنشر أو توسيع الطيف الترددي: التوسيع الطيفي بالقفز الترددي frequency hopping spread spectrum, FHSS، والتوسيع الطيفي بالتتابع المباشر direct sequence spread spectrum, DSSS.في حالة الـFHSS يتم إجراء الاتساع يتم إرسال نبضة ضيقة من بيانات المستخدم على أحد الترددات، والقفز إلى تردد آخر جديد وإرسال البيانات على هذا التردد في فترة قصيرة من الزمن، ثم القفز على تردد جديد وإرسال البيانات عليه وهكذا تكرر العملية حتى تتم عملية التراسل. التتابع المضبوط للترددات المستخدمة يسمى تتابع القفز. يجب على المستقبل في هذه الحالة أن يكون عارفاً ومتزامناً مع هذا التتابع حتى يمكن استقبال الإشارة المرسلة بطريقة سليمة. تستخدم طريقة الـDSSS شفرة موسعة زائدة لإرسال كل بت من بتات البيانات. يبين الشكل رقم (١٠,٨) عملية الإرسال والاستقبال في حالة التراسل بطريقة الـDSSS. تشتمل عملية الإرسال على مرحلتين.في المرحلة الأولى يتم توسيع أو نشر إشارة المستخدم عن طريق ضربها نفسها (العملية المنطقية XOR) مع تتابع تقطيع، وفي المرحلة الثانية تستخدم الإشارة الموسعة في تعديل موجة راديو حاملة قبل الإرسال. عند المستقبل، يتم إجراء العملية العكسية لعملية الإرسال للحصول على بيانات أو إشارة المستخدم مرة ثانية. يستخدم الطيف الموسع في الـCDMA؛ مما يسمح بجودة أفضل في استقبال الإشارة وسعة أعلى (حتى ثلاثة أضعاف 3x) في تحميل البيانات بالمقارنة مع الـTDMA.

يشار إلى تقنية فوق النطاق الموسع ultra-wideband, UWB على أنها إحدى طرق التعديل المعتمد على إرسال نبضات قصيرة جداً [12, 15]. الغرض من ذلك هو نشر إشارة المعلومات على عرض مجال كبير جداً بحيث تكون قدرة الإشارة متناهية الصغر لنفس سعة القناة (قانون شانون وهارتلي، انظر الجزء ١٠,٢). هناك فرقان أساسيان بين الـUWB وأنظمة المجال المتسع الأخرى. الأول، أن عرض المجال في أنظمة الـUWB يكون أكثر من ٢٥٪ من تردد المركز، أو أكثر من ١,٥ جيجاهرتز كما هو محدد باللجنة القومية للاتصالات في أمريكا. هذا العرض المجالي من الواضح أنه أعلى بكثير من عرض المجال المستخدم بأى طريقة من الطرق الحالية (على الأقل أكبر بمرة من طرق الطيف المتسع الحالية مثل الـFHSS وال DSSSفي تقنية الـ CDMA). الثاني، أن الـUWB في الحقيقة يتم تنفيذها بطريقة

بعيدة أو لا تستخدم الموجات الحاملة. إن تنفيذ الـUWB يمكنه أن يعدل مباشرة نبضة متناهية الضيق والتي لها زمنا صعود ونزول حادان جدا ؛ ولذلك ينتج عنها شكل موجي له عرض موجي يقدر بالعديد من الجيجاهرتز.



الشكل رقم (١٠،٨) التراسل بالطيف المتسع.

(١٠،٤،٢) شبكات المساحة الواسعة اللاسلكية

من أشهر التطبيقات اللاسلكية لشبكات المساحة الواسعة wide area networks, WANs التليفون الخلوي، ويسمى كذلك لأن مساحة التغطية للشبكة تكون مقسمة إلى خلايا. تسمح شبكة التليفونات الخلوية لمستخدميها بالتحرك بحرية أثناء المكالمات أو الاتصالات مع المستخدمين الآخرين. عندما يتحرك المستخدم خلال نفس الخلية فإن المحطة الأساسية لهذه الخلية ستكون هى المسئولة عن الحفاظ على الوصلة بين التليفون والشبكة الثابتة. مع تحرك المستخدم من منطقة التغطية الخاصة بهذه الخلية إلى منطقة التغطية لخلية أخرى، فإن الشبكة الخلوية ستنظم عملية الانتقال إلى المحطة الأساسية للخلية الجديدة بحيث تتولى هذه المحطة الجديدة إدارة الاتصال من جديد وخطوات نقل عملية الاتصال. يمكن أيضا للمستخدم أن يتجول خارج منطقة التغطية لكل الشبكة الخلوية إلى منطقة التغطية لشبكة أخرى.

لقد استخدم الجيل الأول first generation, 1G من الشبكات الخلوية اللاسلكية الاتصالات التماثلية (الجزء ١٠،٢) وكانت أساسا للاتصالات الصوتية ولا تسمح بالتجول.

أما الجيل الثانيsecond generation, 2G فقد استخدم الاتصالات الرقمية، وسمح بالتجول بين الشبكات المختلفة ودعم اتصالات البيانات. من أمثلة شبكات الجيل الثاني النظام العالمي للاتصالات المتحركة global system for mobile communication, GSMفي أوربا وال IS-41في أمريكا الشمالية. يمكن لمستخدمي الـGSM أن يرسلوا ويستقبلوا البيانات بمعدل يصل إلى ٩٦٠٠ بت/الثانية في العمليات العادية. إنها شبكة لتبديل الدوائر.لقد نشأ من الـGSM ما يسمى بخدمات الراديو العامة ذات الحزمة general packet radio service, GPRS أو كما يطلق عليها بالجيل 2.5G لنقل كل من البيانات والصوت. تستخدم الـGPRS اتصالات الحزمة لنقل البيانات. إنها تفعل الاتصال بالشبكات العامة والخاصة مثل شبكات الـTCP/IP وال X.25. أقصى معدل لنقل البيانات في شبكات الـGPRS هو ١٧١ كيلوبت/الثانية.

في الجيل الثالث third generation, 3Gتستخدم أجهزة الاتصالات شبكات النقل بالحزمة لكل من الصوت والبيانات. لقد حدد اتحاد الاتصالات العالميinternational telecommunication union, ITU نوعين من شبكات الجيل الثالث: الـWCDMA مع شبكات الـGSM وال CDMA2000 مع شبكات الـIS-41. نظرياً يمكن لشبكات الجيل الثالث أن توفر حد أقصى لمعدل نقل البيانات يصل إلى ١٤٤ كيلوبت/الثانية [16,17]في المناطق الريفية عندما يكون المستخدم مسافراً بسرعة تصل إلى ٥٠٠ كيلومتر/الساعة، و ٣٨٤ كيلوبت/الثانية في الضواحي عند سرعة تصل إلى١٢٠ كيلومتر/الساعة و ٢ميجابت/الثانية عند سرعة ١٠ كيلومترات/الساعة.

(٣،٤،١٠) الشبكات المحلية للاسلكية

يحدد المعيار IEEE 802.11[18] العديد من الشبكات المحلية اللاسلكية LANs(WLANs) ذات السرعات المختلفة للنقل. أشهر ثلاثة إصدارات للمعيار 802.11a و 802.11b و 802.11g (تسمى أيضا الـWi-Fi5 و Wi-Fi و Wi-FiG على التوالي). من أكثرها شهرة الـ802.11b الذي يسمح بمعدلات بيانات تصل إلى ١١ ميجابتاً/الثانية على مدى يصل إلى ١٠٠ متر، على الرغم من أن معدل بيانات المستخدم يصل إلى ٦ ميجابتاً/الثانية (وهو معدل جيد). يستخدم المعيار 802.11b الـDSSS والمجال ISM٢,٤ جيجاهرتز للتراسل.

يدعم المعيار 802.11 طريقتان للتشغيل: الطريقة المخصصة (النظير للنظير) وطريقة البنية التحتية.في الطريقة المخصصة، يمكن لأجهزة الاتصالات أن يتصل كل منهما بالآخر مباشرة بدون استخدام نقاط اتصال access point, AP. تتطلب طريقة البنية التحتية نقاط اتصال AP لنقل الاتصالات بين الأجهزة والاتصال بالشبكات الأخرى. هناك وظيفتان لنقاط الاتصال AP: لتعمل كمحطة أساسية للشبكة اللاسلكية، والوظيفة الثانية لتعمل ككوبري بين الشبكة اللاسلكية والشبكة السلكية.

يستخدم المعيار 802.11b طريقة الاتصال بدوال التوزيع المحورية distributed coordinated function, DCF، التي تحدد استخدام خطوات الـCSMA لتجنب التصادم collision avoidance, CA. تستخدم طريقة الـCSMA/CA فجوة زمنية صغيرة بين الإطارات، تسمى التباعد بين الإطارات DIFS. يعمل بروتوكول الـCSMA/CA، MAC كما يلي: يجب على المحطة التي تريد التراسل أن تبدأ بالاستماع أو اكتشاف وجود قناة الراديو لتحدد إذا كانت محطة أخرى تقوم بعملية تراسل. إذا وجد أن وسط التراسل حراً لفترة زمنية DIFS واحدة على الأقل، فإن المحطة تستطيع استخدام الوسط والتراسل على الفور. إذا كان الوسط مشغولا، فإن المحطة عليها الانتظار لفترة DIFS بعد نهاية التراسل وبعدها تدخل مرحلة التنازع على نيل الوسط.في أثناء فترة التنازع تختار المحطة كمية عشوائية من الزمن (تسمى فترة التراجع عن طريق مؤقت للتراجع) تنتظر خلالها قبل أن تبدأ في مرحلة الاستماع مرة ثانية لتضمن وضوح القناة التي سيتم التراسل عليها.إذا لم تستطع المحطة الحصول على اتصال مع الوسط فإنها تجمد أو توقف مؤقت التراجع، وتبدأ العد من جديد. بمجرد انتهاء العداد، يمكن للمحطة أن تتراسل مع الوسط. مثل هذه الطريقة توفر العدالة حيث إن المحطات التي تنتظر أطول سيكون لها ميزة على المحطات الحديثة الدخول، بمعنى أنها عليها الانتظار فقط لما يتبقى من مؤقت التراجع الخاص بها من الدورة السابقة.

يحقق بروتوكول الـCSMA/CA اختيارات لتقليل التصادم عن طريق استخدام طلب للإرسال Request To Send, RTS و جاهز لإرسال Clear To Send, CTS بيانات واعتراف ACK بإرسال إطارات في صورة تتابعية. تتم عملية التراسل عندما تقوم واحدة من المحطات بإرسال رسالة قصيرة RTS إلى المحطة الهدف. يحتوي إطار الرسالة RTS على طول الرسالة. تعرف فترة الرسالة بأنها متجه توزيع الشبكة network allocation vector, NAV. يقوم الـANV بتحذير المحطات الأخرى في الوسط للتراجع للفترة المطلوبة للتراسل. تقوم محطة الاستقبال بتفعيل إطار CTSإلى المرسل الذي يشتمل أيضا على NAV. إذا لم يتم استقبال إطار الـCTS، فإنه يفترض وجود حدوث تصادم، وتبدأ عملية الـRTS بالكامل مرة أخرى باستخدام الـCSMA/CA. بعد استقبال إطار البيانات، يتم إرسال إطار ACK مرة ثانية في الحال معترفاً بنجاح عملية تراسل البيانات.

(١٠،٤،٤) شبكات المساحة الشخصية اللاسلكية

(١٠،٤،٤،١) البلوتوث

يعتبر البلوتوث عملية تراسل لاسلكية تستخدم تراسل راديو قصير المدى. إنها تستطيع التراسل بسرعات تصل إلى واحد ميجابت/الثانية (في الإصدارات الأخيرة وصلت السرعة إلى ٢.١ ميجابت/الثانية) وله ثلاثة طرازات مختلفة من قدرة التراسل. يعمل البلوتوث في المدى ٢.٤ جيجاهرتز ISM (مثل الـ802.11b) ويستخدم الـFHSS للتراسل [19].

عندما يكون عدد من أجهزة البلوتوث (٨ على الأكثر) في نفس المدى فإنها تتصل مع بعضها وتكون ما يسمى البيكونت piconet. بمجرد أن يكون أحد هذه الأجهزة هو القائد، فإنه سيتحكم في عملية الاتصالات داخل هذه البيكونت. الأجهزة الأخرى تسلك مسلك التوابع وتأخذ أوامرها من القائد لإتمام عملية التراسل. كل الأجهزة في البيكونت تستخدم نفس القناة للاتصالات. مجموعة من البيكونت المتصلة مع بعضها تسمى الشبكة المبعثرة scatternet.

(٢،٤،٤،١٠) الزجبي والـ 802.15.4

يحدد المعيار القياسي[20]IEEE 802.15.4 خواص الطبقة الطبيعية وطبقة الـMAC لشبكات المساحة الشخصية اللاسلكية الرخيصة، ومنخفضة المعدل، ومنخفضة القدرة LR-WPANs.

تعتبر مجموعة الزجبي[21]ZigBee تحالفاً من الشركات تعمل مجتمعة لتطوير معايير ومنتجات يعتمد عليها، وذات كفاءة LR-WPANs. تحدد الزجبي مواصفات طبقة الشبكة ويحقق إطار عمل لبرمجة التطبيق في طبقة التطبيقات على المعيار IEEE802.15.4.

تستخدم الطبقة الطبيعية طريقة الـ DSSS للاتصال. إنها تدعم ثلاثة مجالات من الترددات: المدى ٢,٤٥ ميجاهرتز مع أقصى معدل بيانات ٢٥٠ كيلوبت/الثانية، والمدى ٩١٥ ميجاهرتز مع ٤٠كيلوبت/الثانية و المدى ٨٦٨ميجاهرتز مع ٢٠ كيلوبتاً/الثانية، كل ذلك في مدى مسافة تصل حتى ١٠ أمتار. تحدد طبقة الـMAC نوعين من العقد: أجهزة الوظيفة المخفضة reduced function devices, RFDs، وأجهزة الوظيفة الكاملة full function devices, FFDs. يمكن لل FFDs أن تعمل كمنسقات للشبكة أو أجهزة نهاية الشبكة. عندما تعمل الـFFDs كمنسقات للشبكة فإنها يمكنها أن توفر التزامن والاتصالات والخدمات للشبكة. يمكن لل RFDs أن تعمل فقط كأجهزة نهاية، ويمكنها أن تتفاعل مع FFD واحد فقط، وتكون مجهزة بحساسات أو مفعلات (محركات).

يدعم المعيار 802.15.4 نوعين من البنية أو الطوبولوجيا: بنية النجمة star topology وبنية النظير للنظير peer to peer topology.في بنية النجمة يتم اعتماد نموذج السيد/التابع. يسمى السيد منسق الـ PAN، ويمكن أخذ هذا الدور مع الـ FFD فقط، ويمكن للتوابع أن تكون RFDs أو FFDs وتتصل فقط مع منسق الـ PAN.في بنية النظير للنظير، فإن FFD يمكنه الاتصال المباشر مع FFD آخر خارج مداه من خلال FFD وسيط، مكونا شبكة متعددة القفز multihop.

يتم اختيار منسق الـ PAN لإدارة تشغيل الشبكة متعددة القفز. خاصية مميزة للزجبي هى دعمها للقياسات المكثفة للأمان في شبكات الـ WPANs.

(١٠،٤،٥) الاتصالات ذات المدى فوق المتسع

تعطي تقنية الاتصالات ذات المدى فوق المتسع Ultra-wideband UWB وعداً بشبكات حساسات رخيصة التكلفة منخفضة القدرة [22]. يمكن لل UWBأن يحمل كميات هائلة من البيانات (فوق ٥٠ميجابتاً/الثانية [15]) مع قدرة منخفضة جدا على مسافة قصيرة حوالى ١٠ أمتار. تمتلك الـUWB الراديوية القدرة أيضا على حمل إشارات خلال عوائق تؤدي إلى انعكاس الإشارات الضيقة المدى. يمكن استخدام شبكات الـUWBفي مساحات ذات عوائق يصعب على البروتوكولات اللاسلكية الأخرى أن تعمل فيها. إن المعيار IEEE لل UWB, 802.15.3a تحت التطوير الآن.

(١٠،٤،٦) الاتصالات بالأقمار الصناعية

يسلك القمر الصناعي مسلك المكرر أو المعيد الذي يكرر دخله ولكنه في السماء. إنه يتكون من عدد من دوائر إعادة الإرسال أو الاستجابة، حيث كل منها يستمع أو يستقبل من قناة الاستقبال (المحطة الأرضية ترسل إلى القمر الصناعي)، وتكبر هذه الإشارة المستقبلة، ثم يعيد إذاعتها أو إرسالها على قناة إرسال (من القمر الصناعي إلى المحطة الأرضية). من أشهر أنواع أقمار الاتصالات في هذه الأيام الأقمار الثابتة جغرافياً geostationary, GEO، والتي يتم وضعها على مسافة ٣٦٠٠٠ كيلومتر تقريبا فوق خط الاستواء؛ وبالتالي فإنه يدور بنفس معدل دوران الأرض. إن القمر الصناعي يبدو ثابتاً بالنسبة للمحطة الأرضية، ودائما يمكن للاتصالات أن تتم دون الحاجة لتتبع حركة القمر. يحتوي القمر الصناعي المثالي على العديد من دوائر التراسل التي يكون عرض المجال لكل منها ٣٦ - ٥٠ ميجاهرتز. تتم الاتصالات بين القمر الصناعي والمحطات الأرضية في مجال تردد الميكروويف: المجال C من ٤ -٦ جيجاهرتز والمجال Ku من ١١ -١٤ جيجاهرتز. جزء كبير من الاتصالات التليفونية الدولية تتم عن طريق النظام INTELSAT. يمكن لثلاثة أقمار صناعية GEO المنفصلة عن بعضها ب ١٢٠ درجة أن تغطي كل المساحة المسكونة من الأرض.

يمكن تحقيق اتصالات رخيصة باستخدام الأقمار GEO مع محطات أرضية متناهية الصغر تسمى الأطراف ذات الفتحة القصيرة جدا very small aperture terminals, VSATs. يمكن لهذه المحطات أن ترسل قدرة حتى واحد وات وتدعم معدل إرسال بيانات إلى القمر حتى ١٩.٢ كيلوبت/الثانية ومعدل استقبال من القمر حتى ٥١٢ كيلوبت/الثانية. التأخير المثالي بين محطة أرضية وأخرى يكون حوالي ٢٧٠ ميللي ثانية.

من عيوب الأقمار GEO للاتصالات أزمنة التأخير الطويلة التي يمكن ملاحظتها والإهدار الطيفيفي الاتصالات من نقطة لنقطة. يمكن توصيف الأقمار الصناعية كأقمار منخفضة المدار low earth orbit, LEO، والأقمار المتوسطة المدار medium earth orbit, MEOالتي تم تطويرها لحل هذه المشاكل. إنها تدور في مجال يتراوح بين ٢٠٠٠

حتى ١٢٠٠٠ كيلومتر، منتجة زمن تأخير في الذهاب والعودة مقداره ٥٠ ميللي ثانية. يحتاج المستخدم لجهاز يد صغير من النوعGSM للاتصال من خلالها بالأقمار الصناعية.

(١٠،٥) شبكات الحساسات للمراقبة الصحية

يعطي هذا الجزء شرحاً لموضوعات مختلفة تتعلق بنشر الحساسات وتقنيات الاتصالات المتعلقة بها.

(١٠،٥،١) الحساسات

الحساس هو جهاز يكتشف وجود أو التغير الحادث في بعض الظواهر الطبيعية مثل الجهد أو التيار، وتقوم بتحويل الكمية المحسوسة إلى إشارة مفيدة يمكن قياسها ومعالجتها مباشرة.أما المحرك أو المشغل actuator على الجانب الآخر، فيقوم بتحويل المعلومات إلى أفعال مثل تحريكه هو نفسه أو بدء تحريك أجزاء أخرى في الوسط الموجود به.في العادة تكون الحساسات والمحركات مع بعضهما كوسيلة للتفاعل الطبيعي بين أى كيان والأوساط المحيطة به. الحساس الذكي هو عبارة عن حساس يوفر وظائف إضافية زائدة عن هذه الضرورية لتوليد التعبير الصحيح عن الكمية التي يتم حسها.في العادة يمكن للحساسات الذكية أن تعالج، وتخزن، وتأخذ قرارات.

يمكن للحساسات أن تقيس:

- الخواص الطبيعية مثل الضغط ودرجة الحرارة والرطوبة والتدفق.
- الخواص الحركية مثل الوضع، والسرعة، والسرعة الزاوية، والعجلة.
- الخواص التلامسية مثل الإجهاد، والقوة، والعزم، والانزلاق، والاهتزاز.
- الخواص التواجدية عن طريق التلامس، والتقارب، والمسافة أو المدى، والحركة.
- الخواص الكيميائية الحيوية باستخدام المعاملات الكيميائية الحيوية.
- الخواص التحديدية باستخدام الخواص التحديدية.

يمكن تقسيم الحساسات تبعا لواحد من نطاقات الإشارة التالية:

- النطاق الميكانيكي: يمكن للحساسات الميكانيكية أن تحول الإجهاد المطبق لإحداث تغيير في مقاومة يمكن حسها باستخدام دائرة إلكترونية (التأثير التضاغطي الكهربي)، أو انفعال مطبق (يتناسب مع القوة) إلى جهد (التأثير التضاغطي الكهربي).
- النطاق الحراري: تعتمد الحساسات الحرارية على مواد لها خاصية التمدد الحراري نتيجة التغير في درجة الحرارة.

- النطاق المغناطيسي: الحساسات المغناطيسية لا تتطلب التلامس المباشر وتكون مفيدة في الكشف عن تأثيرات التقارب.
- النطاق الكيميائي: الحساسات الكيميائية والحيوية هى أجهزة تتفاعل مع الجوامد والسوائل والغازات من كل الأنواع وتقوم بتحويل الخاصية المسببة لهذا التغيير (مثل الكتلة والمقاومة) إلى إشارة كهربية أو ضوئية يمكن الكشف عنها.
- النطاق الإشعاعي: هى حساسات تقوم بالكشف عن طيف واسع من الإشعاعات الكهرومغناطيسية، التي تشتمل على الطيف المرئي والإشعاع النووي.

تقوم الحساسات الضوئية بتحويل الضوء إلى كميات مختلفة يمكن الكشف عنها. تعتمد هذه الحساسات في العادة على التأثيرات الكهروضوئية، أو الكهروتوصيلية، أو الكهروجهدية.في حالة التأثير الكهروضوئي، فإن الفوتونات (الجزيئات الأساسية للضوء والتي لها كتلة تساوي صفراً) التي لها طاقة كافية والمرسلة على سطح مشحون تتسبب في تسيير تيار.في حالة التأثير التوصيلي للضوء فإن الفوتونات الساقطة تتسبب في توليد شحنات حاملة تعمل على تقليل مقاومة المادة.في حالة التأثيرات الجهدية، فإن الفوتونات تولد أزواج من شحنات الإلكترونيات والفجوات في وصلة شبه موصلة مما يتسبب في سريان تيار. النبائط الكهروجهدية تشتمل على الدايودات الضوئية، والترانزستورات الضوئية، والخلايا الضوئية.

بالنسبة لمراقبة الرعاية الصحية، فإن الحساسات الطبية التي يمكن ارتداؤها تكون ذات أهمية خاصة. تستخدم هذه الأجهزة في مراقبة مجموعة من المعاملات الأساسية الإسعافية في الأورام، والأطفال، والشيخوخة. من هذه المعاملات ما يلي:

- معدل ضربات القلب لمراقبة وظيفة القلب
- العجلة أثناء نشاط المشي أو الجري
- درجة حرارة الجسم في الحالات المرضية
- السعة التخيلية في الحالات الخطيرة من انسداد المجاري الهوائية في حالة أمراض انسداد الرئة المزمن
- سكر الدم في حالة أمراض الأوعية أو الأعصاب المعقدة
- المخطط الكهربي للمخ EEGفي حالة النوبات الصرعية، والحيرة أو الارتباك، وجروح الرأس، وأورام المخ، والعدوى، والانتكاسات المرضية، واضطرابات التمثيل الغذائي التي تؤثر على المخ.
- موجات المخطط الكهربي للقلب ECGفي حالة الأزمات القلبية
- ضغط الدم

- تشبع الأكسجين الشرياني في حالة إعاقات النوم
- وزن الجسم

العوامل الأكثر أهمية التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند اختيار الحساسات هى :

- **التكلفة**.في العديد من التطبيقات تكون الحساسات أكثر كفاءة عند استخدامها بأعداد كبيرة، حيث إنها توفر خريطة مكثفة أو مجموعة من المعلومات المكثفة والغنية عن الوسط أو الحالة الصحية التي لم يمكن ملاحظتها من قبل. وعلى ذلك، فإن هذه التطبيقات سيمكن استخدامها بكثرة فقط إذا كانت هذه الحساسات متوفرة وبتكلفة بسيطة.
- **الحجم.** يكون حجم الحساس مهماً في الكثير من التطبيقات. على العموم، فإنه كلما كان حجم الحساس أصغر كان مقبولا بالنسبة للمستخدم. بعض مميزات الحجم الصغير وخفة الوزن في الحساسات تشتمل على سهولة الإلحاق أو اللصق على الجسم، وعدم التدخل، والسهولة أو الراحة في الاستخدام.
- **استهلاك الطاقة.** الكثير من الحساسات تستخدم البطاريات كمصادر للقدرة. من الضروري للحساسات أن تستخدم هذه القدرة بأقل معدل ممكن حتى تعيش البطارية أطول مدة ممكنة،في العادة يجب أن تعيش عمر الحساس. بعض الحساسات تجمع القدرة اللازمة لها ذاتياً (مثلا باستخدام الضوء، أو الريح)، على الرغم من أن أجهزة جمع الطاقة هذه تكون لها مشاكل صيانة غير مرغوبة.
- **الحركية.** حتى يمكن استخدام الحساسات في المراقبة الصحية، فإنه من المطلوب أن تكون هذه الحساسات قادرة على الاتصالات مع بعضها أو مع جهاز تحكم أثناء الحركة عندما تكون ملحقة على مستخدم متحرك.
- **المقدرة على معالجة البيانات.** من المطلوب عادة أن تكون الحساسات قادرة على أداء بعض المعالجة البسيطة للبيانات مثل الترشيح، وهو التخلص من الضوضاء المضافة قبل إرسال البيانات المفيدة إلى وحدة تجميع البيانات. يتم عمل ذلك لتقليل البيانات الزائدة وتقليل التكلفة أو الطاقة في عملية إرسال البيانات.
- **المقدرة التخزينية.** من المطلوب عادة من الحساسات أن تكون لديها كمية صغيرة من الذاكرة تستخدم لتخزين البيانات الحرجة (أو التي تم معالجتها مبدئيا) التي يتم إرسالها إلى وحدة تجميع البيانات. مثلا، من الممكن أن تكون قناة الاتصال معطلة وقتياً أو غير متاحة أو تمت مقاطعتها.

من الممكن أن تشتمل العوامل الأخرى على سهولة الاستخدام، والموافقة أو الاعتماد الإكلينيكي، وقوة التحمل، ودقة القياس. لحسن الحظ، فإنه مع التقدم في تقنية الدوائر التكاملية المتناهية الصغر، فقد أصبحت الحساسات المتناهية الصغر متاحة بالتالي والتي تستهلك أقل القليل من القدرة، والتي لها بعض المقدرة على معالجة البيانات والمقدرة التخزينية، ويمكن تصنيعها بكميات كبيرة، وبالتالي فإنها رخيصة السعر نسبياً.

(٢،٥،١٠) متطلبات المراقبة

هناك العديد من العوامل التي يجب اعتبارها في أنظمة المراقبة الصحية. وعلى الرغم من ذلك فإنه من أهم هذه العوامل المتعلقة بتطبيقات تكنولوجيا الاتصالات في المراقبة الصحية هى أمان النظام، وعرض المجال لقناة الاتصالات، واستهلاك الطاقة في إرسال البيانات.

يستتبع أمان النظام التوثيق، والإذن بالدخول، والسرية، وسرية المعلومات، والإتاحية، وعدم التنصل. على الرغم من ذلك، فإنه نتيجة الكثير من التعارضات، مثل عرض المجال المحدود، والقدرة المنخفضة وإلخ، التي توقع على شبكات الحساس اللاسلكية، فإن مقاييس الأمان المكثفة تكون غير عملية. مع ذلك، فإنه عادة في الأوضاع الطبية، تكون هناك اهتمامات زائدة بالأمان التي يجب افتراضها.في حالة المراقبة عن بعد، فإن قياسات الأعراض المرضية المهمة تنتقل عادة من الوسط الآمن في المستشفي إلى بيت المريض. إن هذا يعنى أن هناك بعض الاعتبارات الأمنية الإضافية التي يجب افتراضها عند استعمال هذه الأنظمة، حيث أنها تعالج وتنقل معلومات حساسة عن شخص يجب حماية خصوصياته.

إن نقل كمية كبيرة من القدرة تسمح بمنطقة أعرض من التراسل وتحقق جودة عالية للإشارة المستقبلة. على الرغم من ذلك، فإن هذا يكون في العادة غير ممكناً، حيث إنه مع الحساسات اللاسلكية يكون مصدر الطاقة في العادة محدوداً. وفوق ذلك، فإن هناك حدوداً على كمية الإشعاعات التي يمكن بثها عن طريق أى جهاز، حيث يمكن لهذا البث أن يتداخل مع الأجهزة الحرجة الأخرى ويؤثر على الوسط المحيط والأشياء الحية الصحية القريبة.كثيراً ما يرغب أحدهم في إرسال الكثير من البيانات إلى مسافات بعيدة جداً، وبسرعة عالية جداً، للكثير من المستخدمين في نفس الوقت. لسوء الحظ، فإنه لا يمكن تحقيق كل هذه المطاليب مرة واحدة في نفس الوقت.

من الواضح من هذا الشرح أن هناك خواص مطلوبة ومتعارضة في الكثير من المواضيع، ومن أمثلة ذلك ما يلي:

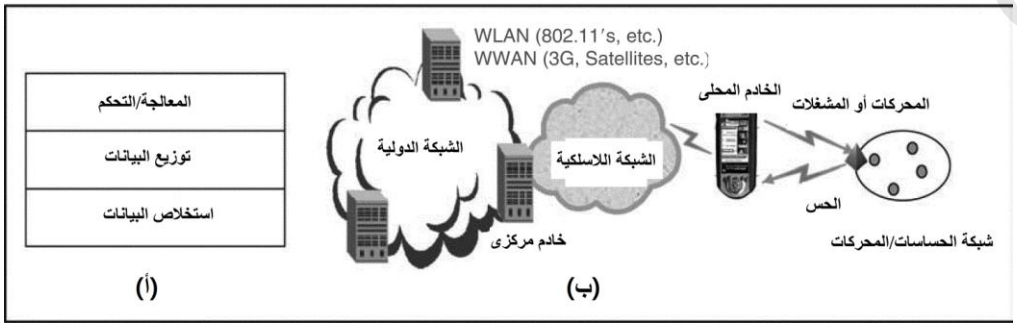
- الحساسات الصغيرة قد تكون مطلوبة لسهولة الحركة، ولكنها قد لا تحتوي مساحة كافية لبطارية طويلة العمر أو مساحة تخزينية عالية.
- الحساسات التي تمتلك العديد من الخواص المطلوبة تكون في العادة غالية الثمن وتستهلك الكثير من القدرة.
- تتطلب الحساسات الاتصالات اللاسلكية حتى تكون قابلة للحركة؛ وبالتالي فإنه لا يمكن توصيل مصدر قدرة دائم عليها؛ وبالتالي فإن مقدرة الاتصالات للحساسات تكون محدودة جداً.

- من الممكن للحساسات أن تكون قادرة على الاتصالات مع بعضها على مسافات قصيرة؛ وبالتالي فإن عليها أن تعتمد على جيرانها لنقل بياناتها إلى مراكز البيانات البعيدة. وبالتالي فإنه قد يكون من الضروري أن تكون هناك شبكة قابلة للتشكيل الذاتي.
- في العادة قد لا يكون لدى الحساسات كمية كبيرة من الذاكرة؛ وبالتالي فإن عليها أن ترسل البيانات من وقت لآخر إلى مركز البيانات. من المهم أيضا أن تكون تقنية الاتصالات المستخدمة لا تستهلك كميات زائدة من طاقة الحساسات.
- في العادة تكون لدى الحساسات مقدرة عالية على معالجة البيانات، وقد لا تكون لديها المقدرة على تلخيص أو اختصار البيانات؛ قبل رفعها أو إرسالها إلى مركز البيانات، وبالتالي فقد يكون عليها إرسال كمية كبيرة من البيانات الخام إلى جيرانها، وبالتالي فمن الضروري أن يكون هناك قناة اتصالات لاسلكية فعالة.

من الواضح أنه لكي يمكن للحساسات أو لشبكة الحساسات أن تستخدم في أنظمة المراقبة الصحية، فإنه من الضروري استخدام بنية تحتية شبكية متكاملة.

(١٠،٥،٣) الاتصالات في شبكة الحساسات اللاسلكية

من الواضح أن اختيار الحساس، وتقنية الاتصالات اللاسلكية، وكذلك التطبيقات تكون كلها متعلقة ببعضها. إن اختيار تقنية الاتصالات اللاسلكية يجب تناوله بعناية على ضوء اختيار الحساسات ووسط التطبيق الذي ستستخدم فيه. معظم المفاهيم الهيكلية الموجودة حاليا لها ثلاث طبقات كما هو موضح في الشكل رقم (١٠،٩أ): طبقة تجميع البيانات وهى المسئولة عن حس وتجميع البيانات المتعلقة بالحالة الصحية. طبقة توزيع البيانات وهى المسئولة عن توزيع البيانات المهمة على المكونات لكى يتم تحليلها. طبقة المعالجة والتحكم هى المسئولة عن معالجة البيانات، وتفسير وتلخيص البيانات، وعمل الاستجابات التحكمية المناسبة.في الحقيقة فإن وظائف أى طبقة يتم تنفيذها عن طريق مجموعات من المكونات في نفس الوقت عند مستويات طبولوجية مختلفة. الشكل رقم (١٠،٩ب) يبين هيكلاً نموذجياً وعملياً للمراقبة الصحية.



الشكل رقم (١٠،٩) هيكل نظام للمراقبة باستخدام شبكات الحساسات اللاسلكية.

عند أقل مستوى من الطبولوجيا توجد مجموعة من الحساسات التي تعمل خلال مساحة محددة (مثلا على جسم شخص) وتكون شبكة لاسلكية على الجسم تسمى شبكة مساحة الجسم body area network, BAN (والتي تكون عبارة عن PAN يمكن ارتداؤه على الجسم) بحيث يمكن أن يعتمد كل منهما على الآخر لنقل المعلومات التي تم الحصول عليها إلى حساس أكثر قدرة والذي يقوم بدوره لنقل هذه المعلومات (التي تكون مرشحة في العادة) إلى خادم محلي.في العادة يتم استخدام التقنية اللاسلكية 802.15.2 لتكوين مثل هذا الـBAN.

يعمل الخادم المحلي ككوبري بين شبكة الحساسات التي يتبعها والخادم المركزي، والذي يخدم أيضا كبوابة لل WAN مثل الإنترنت أو شبكة المحمول اللاسلكية [25]WWAN.

يتمتع الخادم المركزي بقدرة أكبر من حيث القدرات المختلفة. إن له قدرة أعلى على معالجة وتحليل البيانات واستخلاص المعلومات المهمة للتشخيص وعمل الاستجابات المناسبة. إنه يتواصل مع الخادم المحلي من خلال البلوتوث أو/و تقنية الـ802.11.

عند طبقة القمة، يقوم الخادم المركزي بتوزيع بياناته على الخوادم الأخرى والحصول منهم على بيانات إضافية تكون مهمة ومكملة للحالة الصحية التي يتم مراقبتها حتى يمكن عمل الاستجابة الأفضل [26].يمكن عمل الاتصالات بين الخوادم المركزية على الشبكة السلكية أو على الإنترنت اللاسلكية.

من خلال شرحنا للحساسات، والتقنيات اللاسلكية، وهياكل المراقبة الصحية، يمكن وضع بعض الإرشادات لاختيار هذه التقنيات:

١ - يجب استخدام تقنية الزجبي إذا كانت الحساسات ستكون صغيرة الحجم وتحتاج للتراسل على مسافات قصيرة جداً، ويجب الحفاظ على عمر أطول للبطارية (القليل من الأشهر)، وحيث يكون معدل التراسل قليلا.

٢ - يمكن تطبيق تقنية الـUWBعند المعدلات العالية للبيانات على المسافات الصغيرة جداً من خلال الحساسات الصغيرة.

٣ - يمكن استخدام تقنية البلوتوث كبديل للتراسل السلكي وككوبري بين الحساسات وأجهزة التحكم ذات القدرات العالية في الـWANs. يمكن لأجهزة البلوتوث في العادة أن تعمل كخوادم محلية للتنظيم والتحكم في الحساسات اللاسلكية.

٤ - في العادة يتم استخدام تقنية الـIEEE 802.11 ككوبري بين الحساسات والإنترنت السلكية واللاسلكية. إنها تتطلب قدرة أعلى ولا يتم استخدامها في العادة في حالة الحساسات المتحركة اللاسلكية. ذلك على الرغم من

أن المعيار 802.20 يعمل مع الحلول الكاملة التحرك واللاسلكية ذات المجال العريض. إنها ستدعم اتصالات السيارات المتحركة حتى ٢٥٠ كيلومتر/الساعة في الشبكات الحضرية.

٥ - تكون هناك حاجة للتقنيات الخلوية (GSM, GPRS, CDMA2000, WCDMA) لتوصيل الأجهزة على شبكات الـWANs. إنها تستخدم في العادة لتوصيل الخوادم المحلية مع الخوادم العامة أو العالمية التي تشرف على كل شئون التطبيق على الإنترنت الحركية.

يمكن تكامل كل من الإنترنت السلكية واللاسلكية في حالة التطبيقات التي تتطلب المشاركة في الموارد والتعاون من خلال الشركات العالمية المستقلة.

(١٠،٦) تطبيقات التقنيات اللاسلكية في الطب عن بعد

المقصود بالرعاية الصحية هو تشخيص ومعالجة الأمراض. تشخيص أى مرض يشتمل على تجميع البيانات الخاصة بالمريض وتحليل هذه البيانات حتى يتم أخذ قرار عن سبب المرض وبعد ذلك يتم تقرير العلاج المناسب. يقصد بالطب عن بعد بأنه استخدام تقنيات الاتصالات اللاسلكية والمعلوماتية لتوفير الرعاية الصحية للأشخاص الموجودين على مسافات متباعدة ونقل هذه المعلومات لتحقيق هذه الرعاية [2].

الغرض من استخدام تقنيات الاتصالات في الأوساط الطبية هو لتوفير الرعاية الصحية عندما يكون التقابل وجهاً لوجه بين المريض والطبيب غير ممكن وأيضا لتحسين الرعاية الصحية العامة أو الكلية بتكلفة ممكنة.في العادة يستخدم الطب عن بعد في الاستشعار عن بعد، وفي صنع القرار، وفي التنظيم التعاوني للإدارة في الزمن الحقيقي للمرضى عند المسافات المتباعدة.

يشتمل الطب عن بعد على التشخيص، والعلاج، والمراقبة، وتعليم المرضى عن طريق استخدام الأنظمة التي تسمح بالتواصل مع الأجهزة الخبيرة ومعلومات المرضى، حيثما كان المريض وحيثما كانت هذه المعلومات متواجدة. إنها تعني أن هذه المعلومات الأساسية للمريض يجب نقلها على شبكات الحاسب عن طريق مؤتمرات الفيديو، والوسائط المتعددة والتطبيقات المعتمدة على الإنترنت.

في هذا الجزء سنقدم وصفاً لعدد من تطبيقات الطب عن بعد التي تعتمد بدرجة كبيرة على التقنيات السلكية واللاسلكية التي تم شرحها في الأجزاء السابقة. الهدف الأساسي هو توضيح استخدام تقنيات التراسل والاتصالات في خلال تطبيقات الطب عن بعد.

obeikandl.com

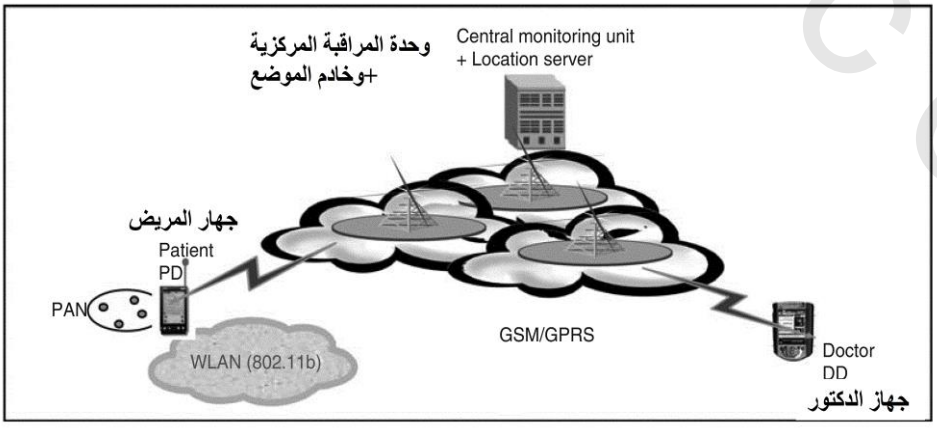
(١٠،٦،١) الخدمات المعتمدة على المكان للحوادث الطبية الطارئة

سنصف في هذا الجزء التطبيق، EmerLoc [27]، للتعامل مع الحوادث الطارئة عند أماكن لا يتاح فيها الدعم الصحي الفوري. هذا النظام مصمم للمرضى الذين يعانون من الأمراض المزمنة أو المحتاجين للرقابة المستمرة على حالتهم الصحية.

الشكل رقم (١٠،١٠) يبين هيكل هذا النظام. تشتمل عناصره الأساسية على المريض والأجهزة المتنقلة المصاحبة له/لها، ووحدة المراقبة المركزية central monitoring unit, CMU ووحدة الخدمة المعتمدة على المكان location based service, LBS المصاحبة. يشتمل هيكل الاتصالات على شبكة حساسات تستخدم الزجبي أو البلوتوث، و WLAN تستخدم المعيار 802.11، وتستخدم الWWAL نظام الـGSM أو الـGPRS.

يرتدي المريض جهازاً شخصياً personal device, PD، ومجموعة من الحساسات. يتم لصق الحساسات على جسم المريض لقياس الإشارات الحيوية مثل الـECG، وضغط الدم، ومعدل ضربات القلب، ومعدل التنفس، وتشبع الأكسجين. يقوم الجهاز الشخصيPD بتجميع ومعالجة إشارات المريض المهمة من الحساسات. إن الحساسات مجتمعة مع الجهاز الشخصي تشكل PAN تراقب الحالة الصحية للمريض وتجرى الاتصالات مع الـCMU. يقوم الـPD بإرسال جرس إنذار إلى الـCMU عندما تزيد أى حالة عن حد التشبع المخصص لها أو عندما تكون هناك أى حالة طارئة. تحتوي الحساسات وال PD على وسائل تراسل راديوية متوافقة مع تقنيات البلوتوث والزجبي. إن الدكتور المتابع للمريض يحمل معه جهاز الدكتور doctor device, DD يستطيع من خلاله أن يستقبل إشارات التحذير والمدى الكامل للإشارات الحيوية للمريض.

تتحكم الـCMU وتنظم تدفق الاتصالات بين مكونات النظام المختلفة. إنها أيضا تتصل بال PD وال DD على إما الشبكة WLAN وإما الشبكة WWAN مثل الـGSM أو الـGPRS.تعتمدالـLBS على الـLSB كبيئة عمل تشتمل على خادم موضعي لمشغل شبكة متحركة أو موفر مكاني لشبكة WLAN.



الشكل رقم(١٠،١٠) نظرة عامة على هيكل النظام EmerLoc.

obeikandl.com

(١٠،٦،١،١) التشغيل

عندما تزيد الإشارة الحيوية التي تتم معالجتها عن حد تشبعي معين، فإن الـPD يقوم بتوليد إشارة إنذار وينقل المعلومات الطارئة مع موضعها الحالي إلى الـ CMU من الـ WLAN أو الـ WWAN.

تعترف الـCMU باستقبال إشارة الطوارئ emergency notification, EN وتستخدم رقم المريض الموجود في هذه الرسالة لتطلب السجل الطبي للمريض من قاعدة البيانات لتستكمل معلومات المريض. تقوم الـCMU أيضا بإحضار رقم الدكتور المتابع، ويمكن تحديد موقع الدكتور أيضا عن طريق خادم تحديد الموضع في النظام. مع تحديد مواقع المريض PD والدكتور DD، فإن الـCMU تسأل نظام المعلومات الجغرافيGeographical information system, GIS عن أحسن طريق لتوصيل المريض بالدكتور. بعد ذلك تقوم الـCMU بإرسال رسالة تحذيرية لل DDتعطيه التوجيهات للتواصل مع معلومات الطوارئ الموجودة على الـCMU. يقوم الـDD بالاتصال بال CMU من خلال شبكة الـGPRS للحصول على المعلومات المهمة والتي تشتمل على آخر صور CT مع معلومات التواصل بينهما.

مع اقتراب الطبيب من مكان التراسل، فإن الـDD يتصل بشبكة الـPD المحلية WLAN.في النهاية يقوم الـPD بطلب المجموعة الكاملة للإشارات الحيوية الأخيرة والسجلات الطبية المخزنة للمريض.

هذا النظام قد تم تطويره عن طريق ١٥ طبيباً في بيئة مستشفي على مدى عشرة أيام. على العموم فقد أوضحت التجارب جدوى هذا النظام ومحاذاته أو انتظامه مع المعايير واسعة الانتشار، بينما كان رد الفعل من الأشخاص المستخدمين الذين قيموا النظام موجباً جداً [27].

(١٠،٦،٢) أنظمة الروبوتيات المتحركة للتصوير الفوق صوتي عن بعد.

سنصف في هذا الجزء نظام الروبوت الطبي المتقدم المسمى مخطط الصدى الحركي عن بعد mobile Tele-Echography باستخدام روبوت متناهي الخفة ultra light robot ويختصر كالتاليOTELLO.لقد بدأ هذا النظام كمشروع مدعم من جمعية تقنيات المعلومات الطبية الأوربية European Information Society Technology IST، حيث تم تطويره كنظام متكامل من النهاية للنهاية لتخطيط الصدى عن بعد للمجموعات السكانية التي لا يمكن تحقيق الخدمة لها محلياً عن طريق خبير فوق صوتيات.

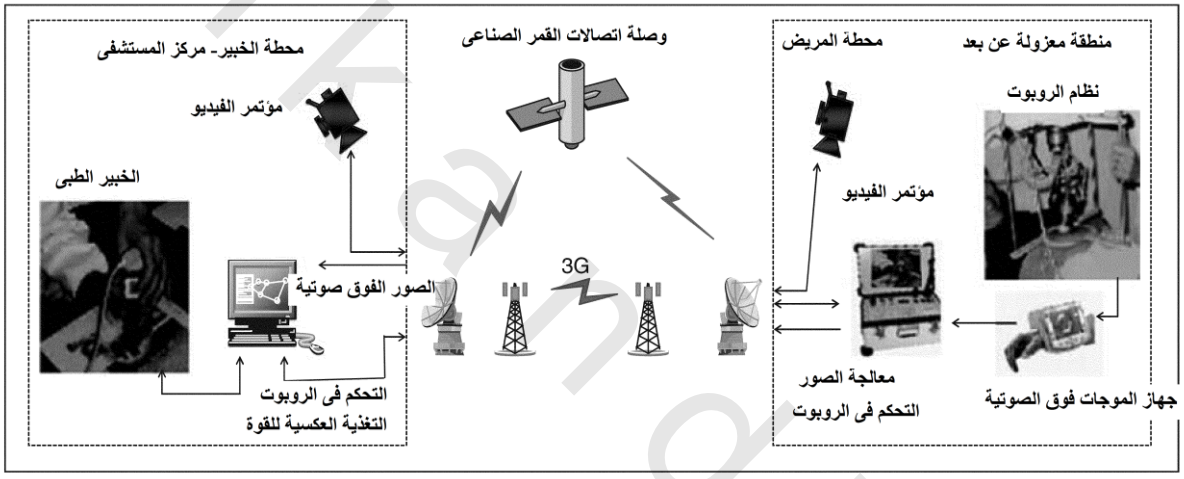
يستخدم هذا النظام روبوتاً متكاملاً يعمل عن بعد وقابل للحركة، يسمح لمتخصص الفوق صوتيات أن يجرى مخططاً صوتياً عن بعد في الزمن الحقيقي للمرضى عن بعد. إنه يتكون من ثلاثة أنظمة جانبية:

١ - محطة الخبير، حيث يتعامل الخبير الطبي مع مسبار تخيلي باللمس مجهز للتحكم عن بعد في وضع الروبوت ليحاكي المسبار الفوق صوتي.يوجد أيضا مؤتمر فيديو.

٢ - روابط الاتصالات: الأقمار الصناعية، والجيل الثالث اللاسلكي، والمحطات الأرضية.

٣ - محطة المريض: التي تتكون من نظام روبوت خفيف الوزن مع ٦ درجات من حرية الحركة degree of freedom, DoF ووحدة التحكم فيه. يتناول الروبوت المسبار الفوق صوتي تبعا لتعليمات الخبير. يجمع المسبار الصور الفوق صوتية للمريض ويرسلها إلى الخبير. يمكن استخدام مؤتمرات الفيديو أيضا. يبين الشكل رقم (١٠،١١) نظرة وظيفية عامة على نظام الـOTELLO.

هناك ثلاثة أنواع من البيانات الحرجة التي يمكن إرسالها على نظام الـOTELLO: بيانات التحكم في الروبوت، وتدفق الصور الفوق صوتية، والبيانات الفوق صوتية الطبية. تمثل البيانات الفوق صوتية المطاليب الأكثر صرامة أو أهمية بدلالة معدل البيانات والاستجابات القريبة من الزمن الحقيقي.



الشكل رقم(١٠،١١) نظرة وظيفية عامة على نظام الـ OTELLO تم الحصول عليها من [29]Garawi et al.

يوجد في نظام الروبوت أيضا آلية للتغذية المرتدة للقوة، وهذه الآلية تسمح للخبير بأن يحرك المسبار التخيلي ويتحكم في ماسك المسبار عن بعد على الجانب الآخر في محطة المريض. يعطي رابط الاتصالات من الجيل الثالث معدل بيانات يصل إلى ١٤٤ كيلوبت/الثانية للاتصالات المتحركة في المناطق الخارجية الريفية لمسافر بسرعة أكبر من ١٢٠ كيلومتر/الساعة، و ومعدل بيانات مقداره ٣٨٤ كيلوبت/الثانية للوصلة الهابطة لشخص يسير بسرعة أقل من ٥ كيلومترات/الساعة، و ٢ ميجابت/الثانية داخل المنازل.

بالنسبة لنظام الـOTELLO، تقوم محطة المريض بإرسال الصور الفوق صوتية، وتدفق من الفوق صوتيات، وفيديو للوسط المحيط، والصوت، وبيانات التحكم في الروبوت، بينما تستقبل فقط التحكم في الروبوت، وفيديو للوسط المحيط، وصوت من محطة الخبير. أفضل فصيل لجودة الخدمة QoS لتدفق الفيديو هو تدفق خدمة الجيل

الثالث 3Gالتي تحافظ على العلاقة الزمنية بين كيانات المعلومات في التدفق. على الرغم من ذلك، فإنه بالنسبة لتتابع الصور الطبية بمتطلباتها في الزمن الحقيقي، فإن فصيل المحادثة قد يكون ضروريا.

الشكل رقم (١٠.١١) يبين التثبيت التجريبي على شبكة أقمار الجيل الثالث. يتم تجميع بيانات ماسح الفوق صوتيات بمعدل يساوي ١٣ إطاراً/الثانية fps، وكل إطار له تحديدية تساوي ٣٢٠×٢٤٠ بكسل بالنسبة لتشكيل مؤتمرات الفيديو. يتم توليد بيانات الروبوت من محطة الخبير بمعدل ١٦ بايتاً في كل ٧٠ ميللي ثانية. بيانات الروبوت المستقبلة من محطة المريض تجدد أو تتحكم في موضع رأس الروبوت باستمرار. لقد تم تنفيذ التجربة عن طريق Garawi [29] تحت حالات مختلفة لتحميل الشبكة كما هو منعكس في نتائج هذا البحث.لقد تم استخدام بروتوكول الزمن الحقيقيreal time protocol, RTP للتدفق في الزمن الحقيقي من النهاية للنهاية، واستخدم البروتوكول UDP/IP لبيانات الروبوت في كل من الاتجاهين.

لقد تم اختبار نظام الـ OTELLO على شبكة من الجيل الثالث (Vodafone, U.K.)، ولقد تم إجراء التراسل التجريبي في خلال مدينة لندن بين جامعة كنجستون (جانب المريض) وكلية سانت جورج الطبية (جانب الخبير). لقد تم تشفير التدفقات الفوق صوتية في نتائج الاختبار بتشكيل الربع الأوسط الموحد Quarter Common Intermediate Format, QCIF باستخدام كوديك الـ H.263 الذي تمت تجربته بنجاح في التراسل في الزمن الحقيقي على شبكة الجيل الثالث. لقد كان الحد الأدنى لجودة المعلومات الفوق صوتية المستقبلة، والتي تم قبولها عن طريق الخبير الطبي باستخدام نظام الـ ETELLOفي التشخيص المبدئي يساويfps 5 عند ٣٥ ديسبلاً تمثل نسبة الإشارة إلى الضوضاء. هذه النتائج تم تحقيقها باستخدام ٦٤ كيلوبتاً/الثانية عند محطة رفع المعلومات عند المريض. لقد وجد أن تأخير الشبكة الناتج عن التغيرات فيها كان في الحدود المقبولة للحفاظ على الجودة العالية للتفاعل في الزمن الحقيقي خلال النظام: ٢٩٧ ميللي ثانية بالمقارنة بقيمة التأخير العظمى التي تساوي ٣٢٥ ميللي ثانية. الخلاصة التي تم الوصول إليها هى أن هذا النظام للروبوت المتحرك المتقدم للطب عن بعد أمكنه بنجاح أن يحقق جودة إكلينيكية مقبولة للبيانات الفوق صوتية باستخدام الشبكات التجارية من الجيل الثالث.

لقد أوضحت أيضا تجارب Garawi et al [29] أنه من الممكن التغلب على الصعوبات التقنية الموجودة في تقديم وسط تعليمي يصل بين موضعين متباعدين خلال العالم.

openkanal.com

(١٠،٧) الملخص

لقد أصبحت شبكات الاتصالات السلكية واللاسلكية جزءاً متكاملاً من البنية التحتية للرعاية الصحية لدعم الخدمات الحالية والمنبثقة والتطبيقات المتزايدة في المجتمعات المتحركة والمدارة بالمعلومات، لتحقيق خدمات أفضل بتكلفة مخفضة وبأقل موارد بشرية.

إنه من الصعب تغطية مجال الاتصالات اللاسلكية وشبكات الحاسب في فصل واحد. إن هذا الفصل يحاول التركيز على توفير الفهم الأساسي لتقنيات الاتصالات وكيفية وضعها في أشكال مختلفة في البنية التحتية السلكية واللاسلكية لدعم التطبيقات في الرعاية الصحية المتحركة والطب عن بعد.

لقد تم شرح مكدسة الـTCP/IP (كما في الشكل رقم (١٠.٤) التي تقوم فيها طبقة التطبيق في الـTCP/IP (http) بنقل البيانات في بروتوكول وحدة بيانات الـTCPالتي لها رقم مخرج معين، والذي يحمل بدوره في حزمة IP بعنوان IP معيناً يستخدم لتسيير الحزمة في الإنترنت. إن رقم بوابة الـTCP وعنوان الـIP يكونان معا "مقبساً".في النهاية، يتم حمل الحزمة في أى إطار إيثرنت (802.3 CSMA/CD) إلى جهاز المضيف الهدف باستخدام عنوان الـMAC. يتم استخدام بروتوكول الـARP للنقل بين الـIP وعناوين الـMAC.

لقد شرح هذا الفصل على الخصوص حدود أى قناة اتصالات، للتأكيد على أهميتها عند بناء البنية التحتية لأى رعاية صحية. لقد أكد هذا الفصل على شرح الجوانب الأساسية للمراقبة الصحية التي تتطلب حساسات وشبكة حساسات لاسلكية، وأيضا تم شرح هيكل شبكة الإنترنت التي تعمل حاليا وشبكات المحمول اللاسلكية الأخرى التي تم استخدامها في تطبيقات الرعاية الصحية.

لقد حدد هذا الفصل أيضا عدد كبير من الموضوعات المفتوحة والتحديات التي يجب التعامل معها قبل تطبيق أى تقنية لاسلكية على مدى كبير خلال وسط الرعاية الصحية.

(١٠،٨) تمارين

١ - فرق بين تقنيات التراسل الضيقة المدى، والواسعة المدى، وفوق الواسعة المدى.

٢ - اذكر بعض الحدود لأى قناة اتصالات.

٣ - اشرح لماذا يشتمل أى تطبيق على العديد من الشبكات (شبكات حساسات لاسلكية، و WLANs، وشبكات المحمول الخلوية، والإنترنت). اشرح دور كل منها.

٤ - ما هى المواضيع التي تعتقد أنه يجب التعامل معها قبل تطبيق أى تقنية لاسلكية على مدى واسع في خلال وسط الرعاية الصحية ؟

obeikandi.com

٥ - ما هى بروتوكولات الـMAC، ومعدل البيانات، ووسط التراسل لل 10GBase-T ؟

٦ - ما هى المميزات الأساسية لبروتوكول الـIPv6 بالمقارنة مع IPv4 ؟

٧ - اشرح الفرص والتغيرات التي قد تحدث في نمط الحياة إذا كانت كل أجهزة البيت الإلكترونية (التليفون، والثلاجة، والميكروويف، و... إلخ) كلها لاسلكية موصلة على الإنترنت باستخدام الـIPv6.

٨ - مع انخفاض تكلفة أجهزة التحديد بترددات الراديو RF، سيمكن استخدام هذه الأجهزة لتتبع وحدات الكميات الصغيرة (مثل الحاويات حاليا، وربما الأقفاص، وبعد ذلك الصناديق، ثم الوحدات المنفردة). ما هو أثر ذلك من وجهة نظرك على الخصوصية، والجوانب الأخرى، ومراقبة المرضى ؟

٩ - اكتب صفحة بسيطة على الإنترنت مع الروابط للموارد الطبية للمرضى.

١٠ - اشرح مميزات شبكة البيانات الرقمية بالمقارنة بالشبكة التماثلية.

١١ - اشرح مميزات الشبكة المعتمدة على الـTCP/IP بالمقارنة مع شبكة التليفونات الرقمية العامة.

(٩،١٠) المراجع

1. E. Dishman. Inventing wellness systems for aging in place. IEEE Computer. 37:34–41, 2004.
2. N. F. Guler and E. D. Ubeyli.Theory and applications of telemedicine. J. Med. Syst. 26:199–220, 2002.
3. S. E. Kern and D. Jaron. Healthcare technology, economics and policy: An evolving balance. IEEE Eng. Med. Biol. Mag. 22:16–19, 2003.
4. R. Holle and G. Zahlmann.Evaluation of telemedical services. IEEE Trans. Info. Tech. Biomed. 3:84–91, 1999.
5. P. N. T. Wells. Can technology truly reduce health care costs? IEEE Eng. Med. Biol. Mag. 22(1):20–25, 2003.
6. Z. Papir and A. Simmonds.Competing for throughput in the local loop.IEEE Comm. Mag. 37, 1999.
7. Australian Communications Authority. Understanding Your Broadband Quality of Service,2004.http://www.acma.gov.au/acmainterwr/aca_home/publications/reports/reports/broadband_quality_of_svce.pdf.
8. Cisco Systems Technology. Traffic Analysis for Voice over IP [white paper]. http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk701/technologies_white_paper09186a00800d6b74.shtml
9. A. Simmonds. Data Communications and Transmission Principles: An Introduction. Macmillan, 1997.
10. Internet Assigned Numbers Authority. Abuse Issues and IP Addresses (‘‘Special-Use Addresses’’). http://www.iana.org/faqs/abuse-faq.htm#SpecialUseAddresses.
11. Internet Assigned Numbers Authority. Port Numbers. http://www.iana.org/assignments/port-numbers.
12. W3C [World Wide Web Consortium]. XHTML2 Working Group Home Page. http://www.w3.org/MarkUp.
13. A.L.I.C.E. ArtiWcial Intelligence Foundation [homepage]. ttp://www.alicebot.org.
14. Lexicle Ltd. Smart Fridge Centre Stage in Responsive Home Opening [Alex avatar]. July 13, 2004. http://www.lexicle. com/news/20040713.
15. J. Foerster, E. Green, and S. Somayazulu.Ultra-wideband technology for short- or medium-range wireless communications.Intel Technology Journal.Q2, 2001.
16. K. Pahlavan and P. Krishnamurthy.Principles of Wireless Networks.Prentice Hall PTR, 2002.
17. Nuntius Systems. Universal Mobile Telecommunication System (UMTS). http://www.nuntius.com/solutions23.html.
18. Wikipedia. IEEE 802.11. http://en.wikipedia.org/wiki/802.11.
19. Wikipedia. Bluetooth.http://en.wikipedia.org/wiki/Blue tooth.
20. J. Gutierrez, E. Callaway, and R. Barrett.Low-Rate Wireless Personal Area Networks. IEEE Press, 2004.

obeikandl.com

21. ZigBee Alliance [homepage]. http://www.zigbee.org
22. Oppermann et al. UWB wireless sensor networks: Uwen—A practical example. IEEE Comm. Mag. 42:27–32, 2004.
23. A. Tanenbaum. Computer Networks, 3rd ed. Prentice Hall, 1996.
24. F. L. Lewis. Wireless sensor networks. In D. J. Cook and S. K. Das (Eds.). Smart Environment: Technologies, Protocols, and Applications. John Wiley, 2004.
25. G. Roussos, A. Marsh, and S. Maglavera.Enabling pervasive computing with smart phones.IEEE Pervasive Comput. 4(2):20–27, 2005.
26. C. Otto et al. System architecture of a wireless body area sensor network for ubiquitous health monitoring.Journal of Mobile Multimedia. 1:307–326, 2006.
27. I. Maglogiannis and S. Hadjiefthymiades. Emer Loc: Location-based services for emergency medical incidents. Int. J. Med. Inform., 2006.
28. M. Spanoudakis et al. Extensible platform for location based services deployment and provisioning. In D. Katsaros, A. Nanopoulos, and Y. Manolopoulos (Eds.).Wireless Information Highways.IRM Press.339–371, 2004.
29. S. Garawi, R. Istepanian, and M. Abu-RgheV.3G wireless communications for mobile robotic tele-ultrasonography systems. IEEE Comm. Mag. 44:91–96, 2006.

Oxfordkandl.com