الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

كلية التكنولوجيا

مذكرة التخرج للحصول على شهادة ماستر أكاديمي

قسم: الهندسة الكهربائية **فرع:** الاتصالات اللاسلكية

تخصص: أنظمة الاتصالات اللاسلكية

عنــوان المذكــرة:

تطوير نظام تواصل ذكي بين الأستاذ والطلبة عبر مكبرات الصوت في المدرجات

من إعداد الطالبين:

- جخراب حسام الدين
- خينش جمال

تحت اشراف اللجنة الموقرة:

- د. طير الزهير رئيس
- د. معمري أسامة مناقش
- د.غندير السعيد مؤطر

السنة الدراسية: 2020/2019

الإهـداء

إلى ديننا الحنيف ... الإسـلام

إلى وطننا الغالي ... الجـزائـر

إلى العائلتين الكريمتين ... جخراب و خينش

شكـر وعرفـان

الحمد لله الذي رزقنا حُسْن الإختيار، الحمد لله الذي أنعَم علينا بالصبر والعزيمة والإصرَار، الحمد لله الذي رزقنا القوة خلال هذا المسار، الحمد لله شكرًا وامتنانًا وإقرارًا بفضله واعترافًا بعظيم كرمه، الحمد لله حمدًا كثيرًا طيِّبًا مباركًا فيه.

نتقدم بجزيل الشكر إلى **الدكتور غندير السعيد** لإقتِراحه هذا الموضوع ولإرشادِه المستمر وملاحظَاتِه القيمة خلال سير العمل.

كل الشكر والعرفان إلى من درسنا عِلمًا أو أرشَدنا إليه.

نبذة مختصرة

على الرغم من تطور وسائل التدريس المتوفرة حاليا في جامعاتنا الا أنه يبقى دائما هناك نقائص عديدة قد تكون بسبب قلة الإمكانيات أو صعوبة تنفيذها تقنيا، لهذا هناك مساع دائمة لإيجاد وسائل جديدة أكثر نفعا واقل تعقيدا وفي متناول الجميع. ومن بين المشاكل، "مشكل الصوت والتواصل بين الأستاذ والطالب داخل قاعة التدريس" ، قام زملاؤنا العام الماضي بتطوير تطبيق اندرويد يعمل على نقل الصوت من الهاتف الذكي الشخصي إلى مكبرات الصوت عبر البلوتوث. ويصبح هذا الهاتف بمثابة ميكروفون. إلا أن العديد من أوجه القصور يعاني منه هذا النظام، وهذا ما دفعنا إلى تطوير التطبيق. ولقد أصبح التطبيق يعتمد على تقنية الواي فاي (WiFi) بدلا من البلوتوث، وهو يتكون من جزئيين، الجزء الأول عبارة عن عميل(Client) يكون بحوزة الطالب، والجزء الثاني عبارة عن خادم(Server) ويكون بحوزة الاستاذ. يعمل الجزء الأول كميكروفون والجزء الثاني كمخرج للصوت ومتحكم في المستعملين، ويتم ربط الخادم بمكبر الصوت بواسطة ناقل AUX. كذلك يحتاج هذا النظام إلى راوتر وهذا لتوزيع عناوين الـIP .

الكلمات المفتاحية: الشبكات – WiFi – البروتوكولات– هواتف ذكية– نظام اندرويد–لغة الجافا– مكبرات صوت.

Abstract

Despite the development of the teaching methods currently available in our universities, there are always many shortcomings, which may be due to the lack of capabilities or the difficulty of implementing them technically, for this there are constant efforts to find new means that are more useful, less complex and accessible to all. Among the problems, "the problem of sound and communication between the professor and the student in the classroom," our colleagues last year developed an Android application that transmits audio from a personal smartphone to speakers via Bluetooth. And this phone becomes a microphone. However, this system suffers from many shortcomings, and this is what prompted us to develop the application. And the application has become based on Wi-Fi technology instead of Bluetooth, and it consists of two parts, the first part is a client that is in the possession of the student, and the second part is a server that is in the possession of the professor. The first part acts as a microphone and the second part acts as an audio output and user control, and the server is connected to the amplifier by the AUX bus. This system also needs a router, and this is to distribute the IP addresses.

Key words: networks - WiFi - protocols - smartphones - Android system - Java language - speakers.

قائمة الأشكال

الشكل 1-1 هندسة طبقات نظام iOS [3] 9

الشكل 1-2 صورة توضح الشكل الكلي للطبقات المكونة لنظام الأندرويد [5] 12

الشكل 1-3 نقل البيانات بين جهازين [7] 17

الشكل 1-4 المعايير اللاسلكية المختلفة[9] 20

الشكل 1-5 المجالات الترددية ISM [10] 21

الشكل 1-6 تقنية النفاذ المتعدد باقتسام التردد[13] 23

الشكل 1-7 تقنية النفاذ المتعدد باقتسام الزمن[13] 24

الشكل 1-8 تقنية النفاذ المتعدد باقتسام الرماز لنظام يتألف من أربعة محطات[16] 25

الشكل 1-9 مثال على توزيع الحوامل الفرعية المتعامدة على اربعة مشتركين [18] 26

الشكل 1-10 تلخيص لتقنيات النفاذ المتعدد وأمثلة على الأنظمة المستخدمة [16] 27

الشكل 1-11 تقنية نثر الطيف[19] 28

الشكل 1-12 تطور أجيال الشبكات اللاسلكية المحلية802.11، ويشير الرقم داخل الدوائر إلى معدل النقل مقدرًا بـ Mbps [16] 31

الشكل 1-13 بروتوكول بشري 32

الشكل 1-14 طبقات نموذج TCP/IP [25] 38

الشكل 1-15 رؤوس البروتوكولات، مع مثال على اتصال TCP/IP بين تطبيقين يستخدمان بروتوكول FTP لتبادل البيانات. [34] 39

الشكل 2-1 هندسة الشبكة زبون/ خادم [37] 44

الشكل 2-2 هندسة شبكة النظائر p2p [37] 45

الشكل 2-3 صيغة قطعة بيانات UDP [42] 52

الشكل 2-4 صيغة قطعة بيانات بروتوكولTCP [44] 53

الشكل 3-1 هندس النظام في الاصدار السابق 57

الشكل 3-2 الشكل العام للنظام الجديد.....**خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

الشكل 3-3 الهندسة العامة للتطبيق .....**خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

الشكل 3-4 واجهة تطبيق الطالب الذي يعتبر زبون Client.....**خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

الشكل 3-5 مراحل استعمال الميكروفون لدى الطالب .....**خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
الشكل 3-6 واجهة تطبيق الخادم الخاص بالأستاذ .....**خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
الشكل 3-7 واجهة ميكروفون الأستاذ في حالة التشغيل .....**خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
الشكل 3-8 إلتقاط للواجهة يوضح عمل التطبيق في حالة وجود طلبين، بحيث تم إعطاء الحق في استعمال الميكروفون للطالب الأول، و إبقاء الطالب الثاني في قائمة الطلبات. ... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
الشكل 3-9 واجهتان لشرح طريقة عمل التطبيق الخاص بالأستاذ وذلك عند الضغط على الزر HELP .....**خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

قائمة الجداول

جدول 1 مقارنة بين تقنية البلوتوث و WiFi 60

جدول 2 مقارنة بين البروتوكولين UDP و TCP 61

قائمة المختصرات

IBM : International Business Machines. (أجهزة الاعمال العالمية)

SDK : Software development kit. (أدوات تطوير البرمجيات)

IDE : Integrated development environment. (بيئة تطوير متكاملة)

AOSP: Android Open Source Project. (مشروع اندرويد مفتوح المصدر)

ART : Android Runtime. (وقت تنفيذ برنامج الاندرويد)

PAN : Personal Area Networks. (الشبكة الشخصية)

IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers.
(معهد مهندسي الكهرباء والالكترونيات)

LAN : Local Area Networks. (الشبكة المحلية)

WiFi : Wireless Fi. (الشبكة اللاسلكية واي فاي)

MAN : Metropolitan Area Networks. (الشبكة المدينية)

WiMAX : Worldwide Interoperability for Microwave Access.
(التشغيل البيني في جميع انحاء العالم من اجل الوصول الى الميكروويف)

WAN : Wide Area Networks. (شبكات النطاق الواسع)

ISM : industrielle, scientifique et médicale.
(مجال الترددي لاستعمالات الصناعية والعلمية والطبية)

FDMA : Frequency-Division Multiple Access. (الوصول المتعدد بتقسيم التردد)

TDMA : Time-Division Multiple Access. (الوصول المتعدد بتقسيم الزمن)

CDMA : Code-Division Multiple Access. (الوصول المتعدد بتقسيم الترميز)

OFDMA : Orthogonal Frequency -Division Multiple Access.
(الوصول المتعدد بتقسيم التردد المتعامد)

CSMA/CD : Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection.
(الوصول المتعدد باستشعار الحامل مع كشف الاصطدام)

CSMA/CA : Carrier-sense multiple access with collision avoidance.
(ناقل الإحساس متعدد الوصول مع تجنب الاصطدام)

WLAN : Wireless Local Area Networks. (الشبكة المحلية اللاسلكية)

HTTP : HyperText Transfer Protocol . (بروتوكول نقل النص التشعبي)

SMTP : Simple Mail Transfer Protocol. (بروتوكول نقل الايميل البسيط)

FTP : File Transfer Protocol. (برتوكول نقل الملفات)

TCP : Transmission Control Protocol. (بروتوكول التحكم في النقل)

UDP : User Datagram Protocol. (بروتوكول بيانات المستخدم)

OSI : Open System Interconnection. (النظام المفتوح المترابط)

P2P : Peer To Peer. (نظير الى نظير)

API : Application Programming Interface. (واجهة برمجة التطبيق)

DNS : Domain Name System. (نظام اسم المجال)

GFSK : Gaussian frequency shift keying. (الإبدال بإزاحة التردد الغوسي)

QAM : Quadrature amplitude modulation. (التضمين المطالي المتعامد)

الفهرس

اهداء I

شكر وعرفان II

نبذة مختصرة III

قائمة الأشكال V

قائمة الجداول VII

قائمة المختصرات VIII

الفهرس X

مدخل للمذكرة 1

1. مقدمة عامة 2

2. المشكلة 3

3. الهدف من البحث 4

4. مخطط البحث 5

الفصل 1

مدخل للشبكات

مقدمة 7

1.1 الهواتف الذكية 7

1.1.1 مفهوم الهاتف الذكي 7

2.1.1 أنظمة التشغيل الخاصة بالهواتف الذكية 8
2.1 تعريف الشبكات 15
3.1 الصورة العامة لإرسال البيانات عبر الشبكة 17
4.1 الشبكات اللاسلكية 19
1.4.1 أنواع الشبكات اللاسلكية 19
2.4.1 مبدأ تقاسم الطيف الترددي 22
3.4.1 الشبكات اللاسلكية المحلية WLAN 29
4.4.1 الشبكات اللاسلكية الشخصية بلوتوث Bluetooth 31
5.1 البروتوكولات 32
1.5.1 مثال من الواقع 32
2.5.1 بروتوكولات الشبكة 33
3.5.1 طبقات البروتوكولات 34
4.5.1 المواصفات القياسية للشبكة 37
خاتمة: 40

الفصل 2

بروتوكولات النقل المتاحة للشبكة

مقدمة 42
1.2 تطبيقات الشبكة 42
2.2 البنية المعمارية لتطبيقات الشبكة 42
3.2 العمليات المتصلة فيما بينها 45

4.2 الواجهة بين العملية والشبكة 46
5.2 خدمات النقل المتاحة للتطبيقات 46
6.2 خدمات النقل المتوفرة على الشبكة 48
7.2 بروتوكول النقل اللاتوصيلي UDP 49
1.7.2 صيغة قطعة بيانات UDP 51
8.2 بروتوكول النقل التوصيلي TCP 52
1.8.2 توصيلة بروتوكول TCP 52
2.8.2 صيغة قطعة بيانات TCP..... 53
الخاتمة..... 55

الفصل 3

تطوير التطبيق

1.3 مقدمة..... 57
1.1.3 هندسة الإصدار السابق 57
2.1.3 إيجابيات الإصدار السابق 58
3.1.3 سلبيات الإصدار السابق..... 58
2.3 الهدف من تطوير التطبيق..... 59
3.3 الخيارات التقنية المتاحة 59
4.3 الشكل العام للنظام الجديد 62
5.3 إنجاز التطبيق ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
1.5.3 الهندسة العامة للتطبيق ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

2.5.3 وصف البرمجيات المستعملة في التطبيق.. **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

3.5.3 وصف واجهة التطبيق ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

خاتمة عامة: 64

قائمة المراجع.....66

مدخل

للمذكرة

1. مقدمة عامة

نعيش اليوم في عصر تتسارع فيه العلوم والتكنولوجيا وتتضاعف معها المعرفة بشكل أُسِّي، ولقد دخلت التكنولوجيا على اغلب نواحي الحياة وجعلت منها حياة ذكية، يتم بذلك تقليص الجهد والمال و الوقت في إدارة وتسيير دواليبها، ومعالجة المشاكل بما اكتسبته الآلة من معلومات مسبقا، وهنا تكون الحياة اسهل مع اتحاد عقل الانسان و ذاكرة ومعالج الآلة.

ويعتبر التعليم من أعمدة الحياة التي يجب ان ترتقي بها باستعمال التكنولوجيا الذكية، وذلك للنهوض بنظام التدريس وكذا أنظمة التواصل بين الطلبة والأساتذة والإدارة، وعلى الرغم من تطور أساليب التدريس المتاحة حاليا في جامعتنا، إلا أن العديد من أوجه القصور قد تكون موجودة بسبب صعوبة إنشاء نظام تفاعل موثوق به في قسم الطلاب. لذلك، وفي إطار تحقيق اهداف الجامعة الذكية يلزم بذل جهد مستمر لإيجاد طرق جديدة وأكثر فعالية.

إن من المعوقات البيداغوجية المعروفة في جامعتنا هي "مشكلة الصوت والتواصل بين الأستاذ والطالب" وعلى الرغم من انها توجد أنظمة صوت يتم استعمالها ولكنها أنظمة تقليدية تكون معقدة، مكلفة وسريعة التلف، ناهيك على استعمالها من طرف واحد فقط.

وقد تم تناول هذه المشكلة العام الماضي، وقام زملاؤنا بإنجاز نظام تواصلي ذكي بين الأستاذ والطالب، وقد توصلوا الى استعمال الهاتف الذكي الشخصي كميكروفون بواسطة تطبيق اندرويد تم تطويره، تم الاعتماد في هذا التطبيق على تقنية البلوتوث للاتصال بين الهاتف الذكي ومستقبل البلوتوث الذي يتم توصيل هذا الأخير بمكبر الصوت، ويتم زيادة عدد المستخدمين بزيادة عدد مستقبلات البلوتوث.

2. المشكلة

ان التطوير غير محدود، وكلما وصلنا الى نتيجة معينة وجب علينا البحث عن النقائص والسلبيات والعمل على تحسينها وتحويلها الى نجاحات إضافية.

كان عمل الزملاء للعام الماضي به مجموعة من السلبيات وقد تم التصريح بها وعرضها كمحاور بحث وتطوير. فهو يفتقر الى الاتصال الآمن وذلك باعتماده على تقنية البلوتوث، وعدد المستخدمين في نفس الوقت للتقنية محدود (عدد مستقبلات البلوتوث تتحكم بعدد المستخدمين بحيث كل مستقبل يستطيع توفير اتصال لمستخدم واحد)، ولا يمكن للأستاذ او للمحاضر التحكم بمُستعملي هذه التقنية (يستطيع أي شخص الربط بمستقبل البلوتوث)، وكذلك يوجد مشكل التأخر في وصول الصوت (التأخر عن الزمن الحقيقي بمقدار 2ثانية تقريبا).

3. الهدف من البحث

سنقوم بعمل يعوض العمل المنجز العام الماضي ونطوره بحيث يسهل التواصل بين الطلبة والأستاذ في مدرجات المحاضرات عبر مكبرات الصوت. وهنا سنعالج النقائص والسلبيات المعروضة سابقا وبالتحديد سنقوم بزيادة عدد المستخدمين و جعل الاتصال آمن و يتحكم به من طرف الأستاذ، وكذلك سنعالج مشكلة التأخر في الصوت وجعله قدر الإمكان اقرب الى الزمن الحقيقي.

وهنا سنقوم بالاعتماد على تقنية ال واي فاي مكان البلوتوث، وذلك لأنها تقنية تتميز بالأمن والسرعة مقارنة مع البلوتوث وانشاء شبكة محلية يمكن التحكم بها بواسطة الخادم بحيث انه يعطي الحق لاستعمال مكبر الصوت لمن يريد من المستخدمين.

سنتطرق في دراستنا إلى نوعين من بروتوكولات نقل المعلومة عبر ال واي فاي وهما TCP (بروتوكول التحكم في الارسال) و UDP (بروتوكول وحدة بيانات المستخدم). وسنقوم بدراسة لكل منهما بغرض اختيار البروتوكول الأنسب لهذا المشروع.

4. مخطط البحث

سنتطرق في الفصل الأول إلى مفاهيم أساسية للهواتف الذكية وإلى هياكل بعض أنظمة التشغيل المشهورة، ثم سننتقل إلى الشبكات ونعرض أنواعها وهيكلتها، وآلية نقل البيانات بين أجهزة الشبكة، وكذلك سنعرض التقنيات التي تساهم وتتحكم في عدد المستعملين، ومن ثم سنتحدث عن البروتوكولات ودورها في الشبكات.

وفي الفصل الثاني سنقوم بالتركيز على تطبيقات الشبكة و تحديدا على النموذجين المشهورين، بنية خادم/زبون، وبنية النظائر. ثم سنغوص أكثر في طبقة النقل وتحديدا في البروتوكولات المستعمل لنقل البيانات بين التطبيقات الشبكية، وهنا نقصد البروتوكول UDP والبروتوكول TCP، ونقوم بالبحث عن خدمات ومميزات كل بروتوكول.

اما في الفصل الثالث والأخير سنقوم بعرض الجزء التطبيقي من مذكرة التخرج، وذلك بشرح النظام الذي قمنا بالعمل عليه، وتحديدا نقوم بعرض وشرح التطبيق الذي هو أساس النظام، وسنعرض بعض البرمجيات التي اعتمدنا عليها في التطوير، ومن ثم نقوم بعرض واجهات التطبيق.

الفصل 1 : مدخل للشبكات

مقدمة

إن أغلب ما نلاحظه اليوم من تطور في الحوسبة وتكنولوجياتها تعتمد على ربط الأجهزة بالشبكة، وذلك لأنها تساهم بشكل كبير وأساسي في تبادل البيانات بينها. سنتطرق في هذا الفصل إلى مفاهيم حول الأجهزة التي نحتاجها في مشروعنا، وكذلك مفاهيم حول الشبكة وأنواعها، والآليات التي تحدد عدد المستخدمين لها.

1.1 الهواتف الذكية

1.1.1 مفهوم الهاتف الذكي

الهاتف الذكي"Smartphone" يطلق هذا المصطلح على فئة من الهواتف الجوالة التي تستخدم أنظمة تشغيل متطورة، ويكون عبارة عن هاتف خلوي مزود بمميزات وتكنولوجيات متقدمة، مشابهة لتلك المميزات التي يمتلكها الكمبيوتر: تصفح الانترنت، وتشغيل مقاطع الفيديو، والموسيقى، والعاب الفيديو، والبريد الالكتروني، ومؤتمرات الفيديو ... وغيرها من التطبيقات والمحاكات. ويكون مزود بمعالج قوي، غالبا ما يكون متعدد اللب (النواة)، وكذلك يشتمل على سلسلة من المستشعرات (البوصلة، مستشعر التسارع، نظام تحديد المواقع...)، وذلك لتشغيل تطبيقات المخصصة للنشاط البدني و تطبيقات الملاحة والتحكم بالألعاب بحركات سلسة .. وغيرها من التطبيقات العملية.

في عام 1992 صممت IBM أول هاتف ذكي وتم تسميته بـ "سيمون Simon"، ثم أفرج عنه للجمهور في عام 1993 ، إضافة إلى كونه هاتف محمول، تضمن تقويما ودفترا العناوين وساعة عالمية وحاسبة ومذكرة وعميل البريد الإلكتروني وكان له القدرة على إرسال واستقبال رسائل الفاكس والألعاب. وتم خلاله استعمال شاشة لمس لتحديد ارقام الاتصال، مع افتقار المنتج للكاميرا والقدرة على تثبيت التطبيقات. **[1]**

2.1.1 أنظمة التشغيل الخاصة بالهواتف الذكية

ما يجعلنا نطلق عليه مصطلح نظام هو مجموعة من المسالك والاساليب والتعليمات التي تم انشاؤها وذلك لتنفيذ نشاط وحل مشكلة معينة، معنى ذلك ان النظام عبارة عن هيكل من العناصر المترابطة بشكل موحد لأداء تعليمات بواسطة مدخلات ومخرجات.

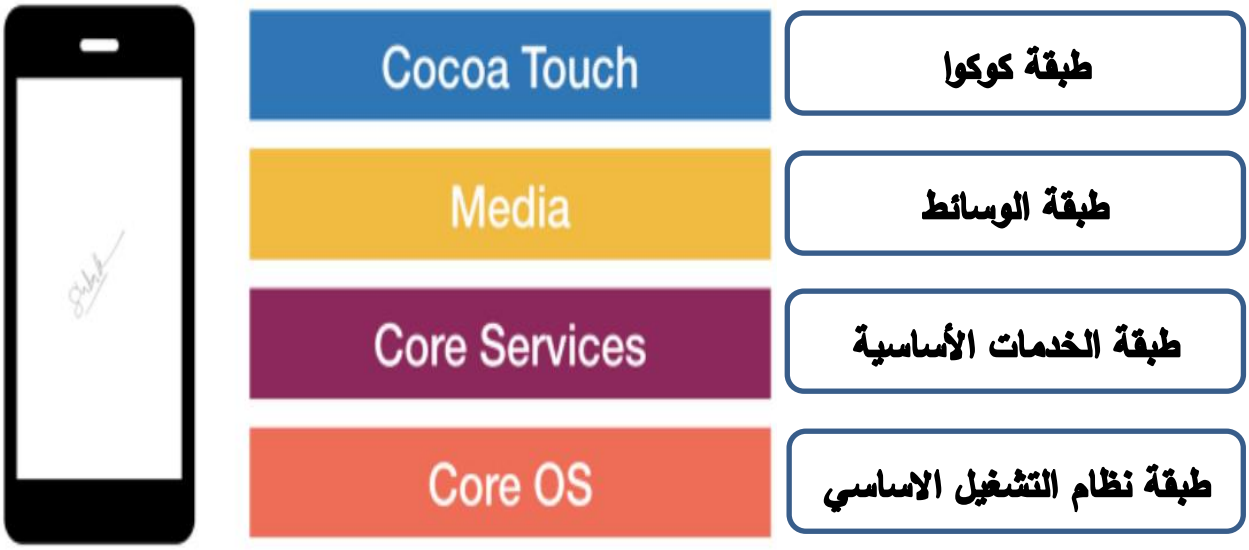
أنظمة تشغيل الهواتف الذكية تكون عبارة عن منصة لتطبيقات يتم تثبيتها على الهواتف الذكية ،هذه الأنظمة تعمل على تشغيل الهواتف الذكية و الأجهزة اللوحية وغيرها من التكنلوجيا الذكية، وتحتوي خصائص حديثة مثل تقنية البلوتوث، وتقنية واي فاي، وشاشة اللمس، ونظام تحديد الموقع العالمي ، والكاميرا ...

نظام التشغيل أي او اس iOS

هو نظام تشغيل للأجهزة الذكية تم العمل على تطويره من طرف آبل الشركة الامريكية لأجهزة الموبايل والالواح الذكية(iPhone, i Pad, iPod). اول ما ظهر هذا النظام كان يدعى بـ iPhone OS وذلك عند اصدار اول جهاز iPhone ، و تم تبديل الاسم الى iOS في يونيو 2009.

يستخدم نظام iOS واجهات المستخدم الرسومية، وبما انه نظام تشغيل هواتف ذكية فقد تم العمل على تصميمه بشكل يعتمد على نظام اللمس من خلال الشاشة بدلا من لوحة المفاتيح والفأرة. و يمكن فتح التطبيق بضغطة واحدة فقط. **[2]**

نظام iOS مبني على اليونيكس Unix–like OS اي النواة الداخلية التي تم بناء النظام عليها هي نواة Unix–like OS وعند بناء هذا النظام تم انشاء ثلاثة طبقات رئيسية فيه او ما يمسى بال Layers :



الشكل 1-1 هندسة طبقات نظام iOS [3]

- **طبقة نظام التشغيل الاساسية – Core OS Layer** والتي يتم الاعتماد عليها بشكل اساسي في تشغيل النظام ولتوفير خدمات مطلوبة من الطبقة الاعلى منه.
- **طبقة الخدمات الأساسية – Core Services Layer** تسمح هذه الطبقة للمطورين بالوصول إلى الخدمات التي فتحتها شركة آبل لتطوير تطبيقات iOS.
- **طبقة الوسائط – Media Laye** توفر التقنيات اللازمة للرسومات والصوت والفيديو.
- **طبقة كوكوا – Cocoa Touch Layer** هي الطبقة الموجودة فيها الاطارات او الهياكل او النظام ما يعرف بالـ Framework التي غالبا ما يتم استخدامها عند تطوير التطبيقات.

يمكن للمطورين استخدام حزمة تطوير التطبيقات(SDK) ، وذلك لإنشاء تطبيقات الخاصة بأجهزة آبل، هذه الحزمة تمتلك أدوات ومنصات لتطوير. تنصيب، تشغيل التطبيقات.

كذلك نستطيع تطوير تطبيقات Native من الاساس وذلك باستعمال iOS system انظمة الاي او اس ولغة البرمجة Objective-C وتشمل برنامج Xcode والذي يحتوي على بيئة تطوير متكاملة IDE لتطوير التطبيقات.

وهو ذو واجهة رسومية وذلك لإنشاء واجهات التطبيقات واختبارها عن طريق نظام الاي او اس iOS الموجود في محاكي هذا البرنامج وهذا ما سيعطي لمطوري تطبيقات اي او اس iOS فرصة كبيرة جدا في الابداع وتطوير تطبيقات رائعة باستخدام هذا البرنامج على الماك. **[2]**

نظام التشغيل اندرويد Android

هو نظام تشغيل مجاني ومفتوح المصدر، تم بناءه على نواة لينكس، وقد تم تصميمه خصيصًا للأجهزة التي تحتوي شاشات اللمس كالهواتف والألواح الذكية، ويتم تطويره من قبل التحالف المفتوح للهواتف النقالة AOSP الذي تقوم شركة جوجل بإدارته. حيث ان شركة جوجل(Google) اشترت نظام الأندرويد من المطورين الأساسيين له في سنة 2005، في حين كان الإعلان الرسمي عنه في 5 نوفمبر 2007، بالتزامن مع انطلاق التحالف المفتوح للهواتف النقالة.

عرضت جوجل نظام أندرويد كنظام مفتوح المصدر تحت رخصة أباتشي، الفريق (AOSP) هو المسؤول عن تطوير وتحديث وإصلاح النظام. ويمتلك الأندرويد مجتمع كبير جدا من المطورين الذين يعملون على كتابة وتطوير البرامج والتطبيقات ، ويعتمدون بشكل أساسي في الكتابة على لغة الجافاjava . **[4]**

ويمتلك هذا النظام مميزات عديدة تتمثل في:

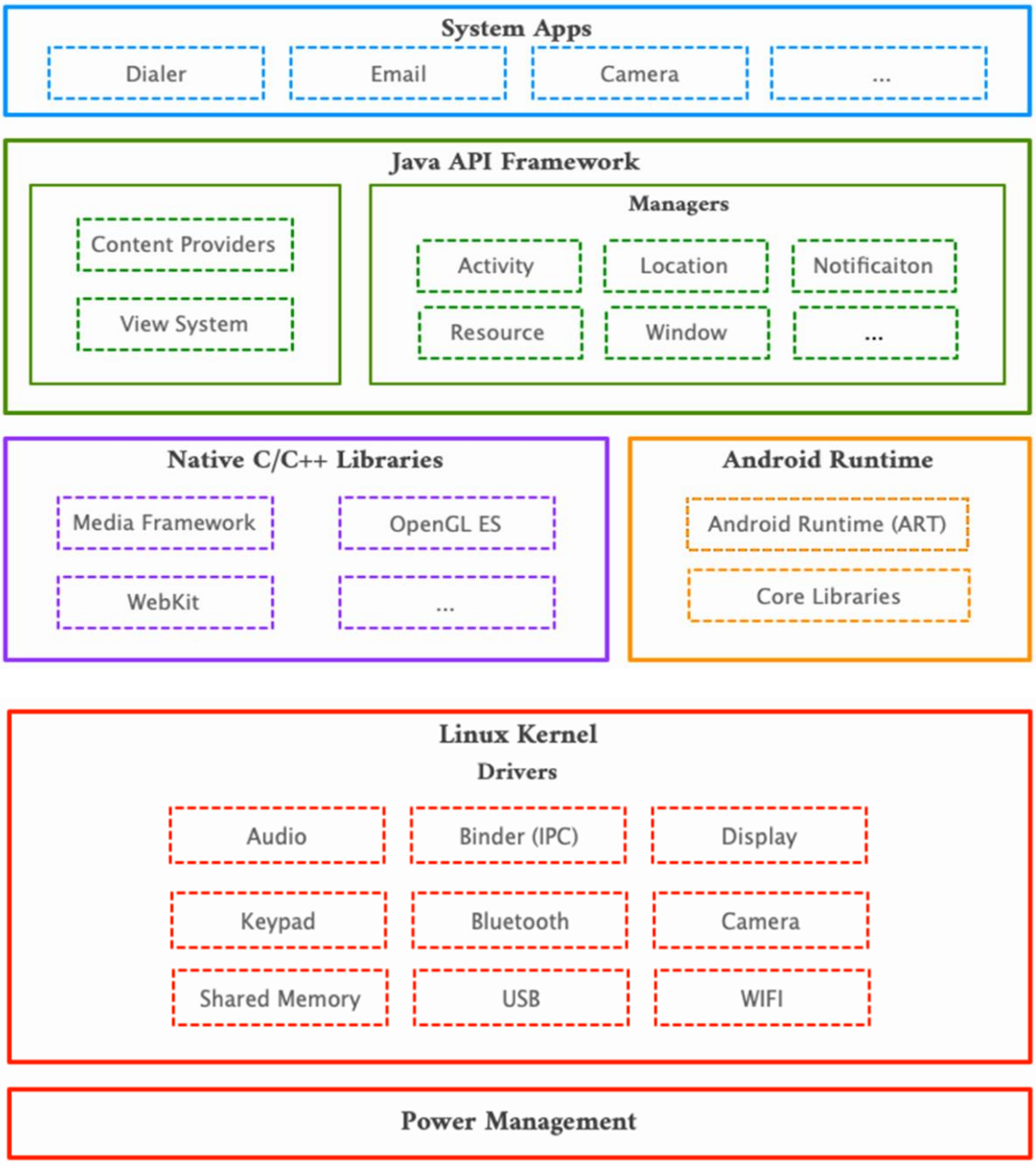
- مجاني ومفتوح المصدر وهذا ما يعطي حرية ومرونة للمطورين لتطوير اي تطبيق يريدونه.
- يعتبر نظام اندرويد نظاماً آمناً، لأنه مبني على نواة اللينكس.
- دعم اللغات يدعم الأندرويد العديد من اللغات البشرية من بينها العربية
- دعم الوسائط يدعم النظام العديد من الوسائط الصوت الفيديو ذات التركيب H.263 و H.264

- يستخدم الأندرويد لتخزين البيانات نظام إدارة قواعد البيانات إس كيو لايت وكذلك النسخ الخفيفة من قواعد البيانات المترابطة .كما أنه يستخدم خدمات جوجل السحابية.
- يعتبر نظام أندرويد أكثر نظام مجاني حيث التطبيقات المجانية فيه يفوق عددها التطبيقات المدفوعة.
- واجهة نظام أندرويد مبنية على التلاعب المباشر .direct manipulation الاستجابة للمسات الواجهة لتكون فوريَّة.

طبقات الهيكلة الهندسية لبيئة نظام الأندرويد

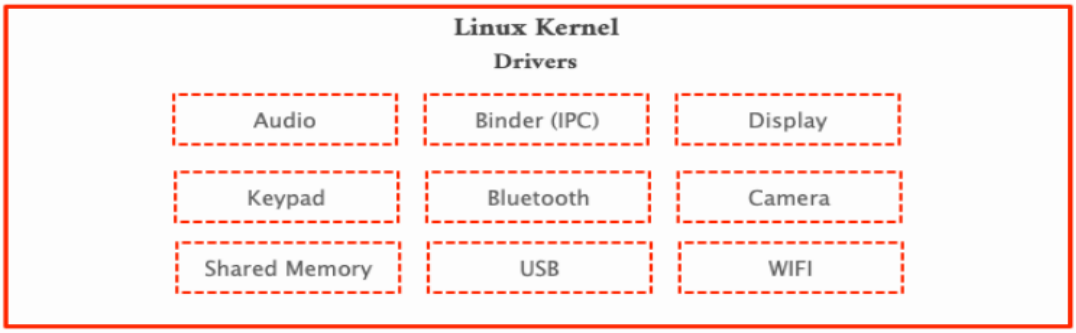
تتمثل هذه الطبقات في:**[5]**

- Linux Kernel
- Hardware Abstraction Layer
- Native C/C++ Libraries
- Android Runtime
- Java API Framework
- System App



الشكل 1-2 صورة توضح الشكل الكلي للطبقات المكونة لنظام الأندرويد [5]

طبقة الـ Linux Kernel



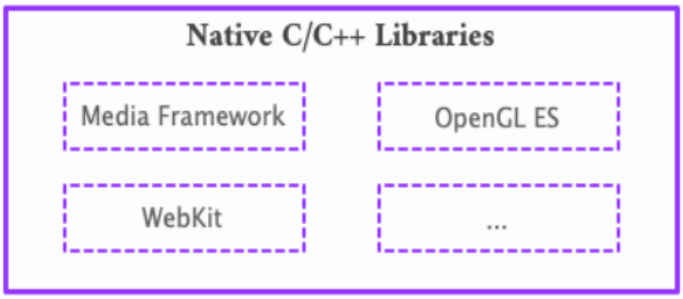
وهي طبقة نواة اللنكس، وتأتي قبلها طبقة التحكم بالطاقة وادارتها كالتالي :

بالنسبة لطبقة الـ Linux Kernel فالاندرويد يعتبر نظام لينكس مع اختلافات بسيطة لتناسب الجوالات المحمولة. هذه الطبقة تتكون من برامج التشغيل للقطع الموجودة في الجوالات مثل تعريفات الشاشة، تعريفات كرت الصوت، تعريفات لوحة المفاتيح وما الى ذلك.

طبقة الـHardware Abstraction Laye

وهي عبارة عن طبقه تحتوي على العديد من الواجهات البرمجية ومن خلالها نصنع طبقة الـ Java API Frameworkلاحقاً. والتي تمكننا من التحكم في قطع الهاتف كالكاميرا والبلوتوث و المستشعرات.

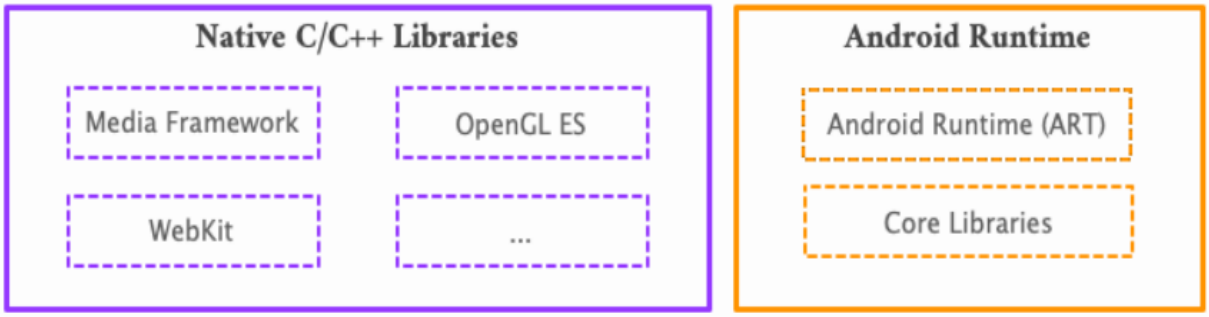
طبقة الـ Native C/C++ Libraries



عبارة عن المكاتب الرئيسية التي تمت برمجتها بلغات كالـ C و الـ C++ والتي من خلالها نستطيع التخاطب مع قطع الهاتف باستخدام هذه اللغات.

طبقة الـ Android Runtime

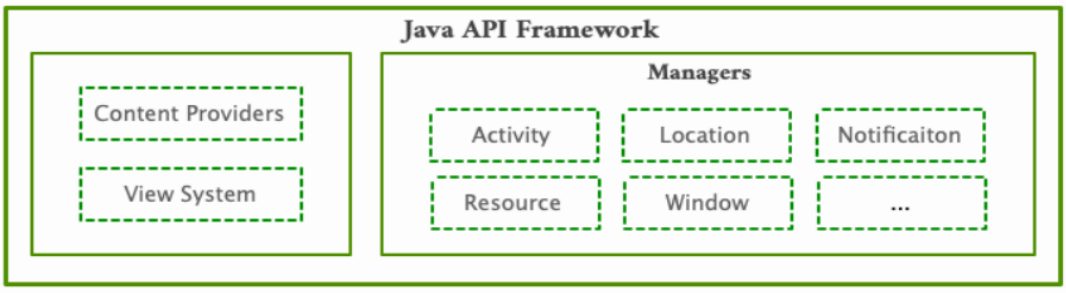
هنا يعيش التطبيق عندما يقوم المستخدم بتشغيله. وتكون مصاحبة للطبقة السابقة كالشكل التالي:



تتكون من قسمين بالغالب وهما:

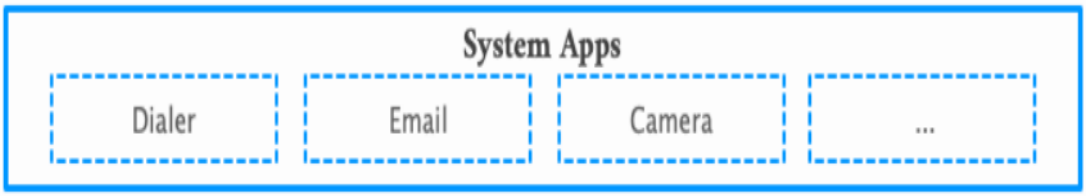
- اولاً: الـ Android Runtime اختصاراً تسمى ART
- ثانياً: الـ Core Libraries

طبقة الـJava API Framework



من خلال الطبقة الثانية Hardware Abstraction Layer تمت صناعة هذه الطبقة للتخاطب مع الـ Android OS والهاتف باستخدام لغة البرمجة الـjava .

طبقة الـSystem App



طبقة خاصة بتطبيقات نظام الجوال كتطبيق الاسماء والاتصال والكاميرا التي تأتي مثبته عند شرائك لهاتف جديد.

2.1 تعريف الشبكات

أصبح ربط الأجهزة الحاسوبية الانترنت وغيرها من الأجهزة اليوم في هذا العالم ومع توفر شبكات هو الاساس، و من الصعب أن نتصور جهازًا غير متصل. وقد جاء مصطلح

الشبكات بمجموعة من المفاهيم و المعلومات بسبب العدد الكبير من التقنيات التي تطورت سريعا في السنوات الأخيرة كجزء من مسيرة تطور الشبكات بشكل عام . بالنسبة لتعريف الشبكات هو تعريف بسيط وغير معقد :

"" الشبكات هي وسيلة لربط مجموعه من الأجهزة مع بعضها البعض باستخدام وسائط عتادية وبرمجية بما يسمح بتبادل البيانات بين تلك الأجهزة "".**[6]**

الهدف الاساسي من الربط هو تبادل البيانات بين التطبيقات الخاصة بالأجهزة وتشارك موارد هذه الأجهزة فيما بينها(تخزين، طابعات ..الخ).

يمتلك هذا الربط العديد من الوظائف التي تعمل الى جعل الرابط ايجابيا، كوظائف التوافقية التي تسمح بربط حواسيب من أنظمة تشغيل وعتاديات مختلفة مع بعضها البعض. مثلا: تبادل البيانات بين جهاز خلوي يعمل بنظام الأندرويد مع جهاز يعمل بنظام الويندوز.

إذا اقتصر تعريف الشبكات في البداية على الاجهزة الحاسوبية ولكننا تعمدنا في التعريف عدم الاصرار على استخدام كلمه "حواسيب" او "اجهزة حاسوبية" واستعضنا عنها بكلمة عامة جدًا وهي " أجهزة "، وفي المثال أعطينا مثالاً عن هاتف خلوي وفي الحقيقة فان الحاجة الى الربط تجاوزت بكثير الأجهزة الحاسوبية التقليدية لتصل الى اجهزه الهاتف الخلوي وخاصة الهواتف الذكية، وآلات البيع بأشكالها المختلفة والصرافات الآلية، والمركبات، وكاميرات المراقبة، و تعدت الإطار الاحتراف التقليدي لتصل الى الأجهزة المنزلية وكل ما يمكن ان نتصور انه يحتاج الى نقل للبيانات سواء كانت صادرا عن الجهاز أو واردة اليه وهناك العديد من الجهود الدولية لإنتاج مقاييس ومعايير تسهل هذا الربط ضمن ما يعرف ب انترنت الاشياء.

ترافق ظهور الحواسيب الشخصية وانتشارها في مطلع التسعينات من القرن الماضي بالتحول نحو شكل اكثر انعزالا للحوسبة اذ كانت تلك الحواسيب اشبه بالجزر المعزول وقد كان المحفز الاساسي في انتشار الشبكات هو الحاجه الى تقاسم الموارد المكتبية، كالطابعات ومقدمات تخزين الملفات و تزايدت الحاجة الى الوصل الشبكي لتلك الاجهزة الحاسوبية بسرعه وخاصه مع ظهور شبكه الانترنت وما رافقها من تدفق هائل للمعلومات والرغبة في بناء تطبيقات بإمكانها الوصول الى المعلومات أينما كانت.**[6]**

أصبحت الشبكات من اساسيات الحوسبة التي تستعمل في مختلف المجالات الإدارية منها والأعمال وقد وصل الامر نحو الشبكات المنزلية، فقد اصبح وجود العديد من الأجهزة الحاسوبية في المنزل الواحد امرا مألوفا، مما اصبح البحث على:

- الاستقلالية الخاصة بالمستخدمين وذلك بتوفير الأمان للموارد الشخصية لهم.
- وسهوله تبادل البيانات ويكون ذلك بسهولة الربط والاستعمال.

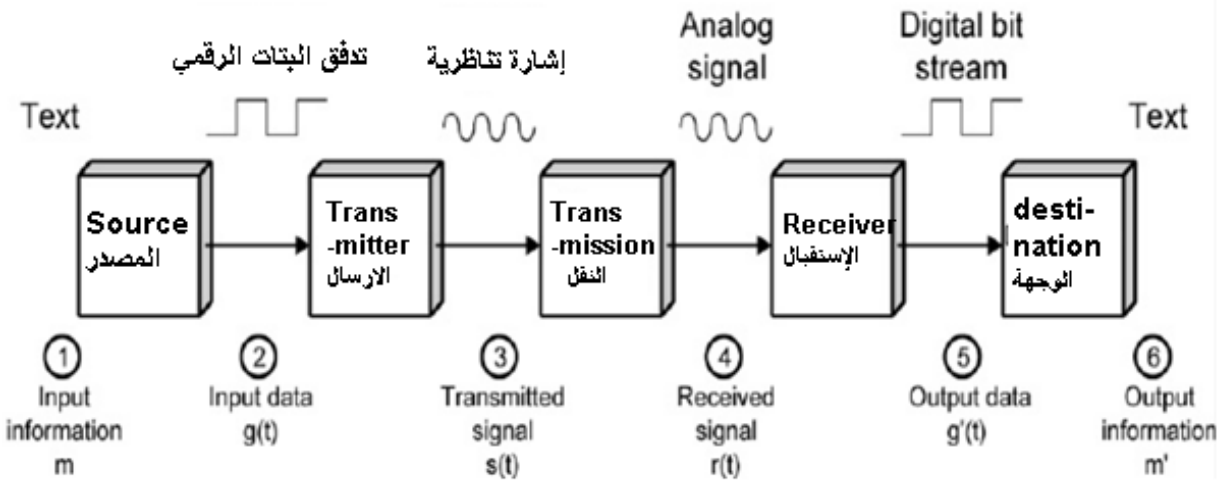
واليوم بالكاد اننا نجد منزل بدون أجهزة تعمل على شبكة او انها غير متصلة بالأنترنت.

3.1 الصورة العامة لإرسال البيانات عبر الشبكة

قبل ما نقوم بالتوجه نحو الشرح التقني، نقوم بعرض وظائف الشبكات في شكلها العام.

تتمثل عموما أهداف الشبكة في نقل البيانات بين الأجهزة، في الحقيقة ان نقل البيانات يكون بين التطبيقات(بصورة اكثر دقة فهو بين الإجرائيات processes).

الصورة العامة لنقل البيانات بين جهازين حاسوبيين معروضة في الشكل(1):



الشكل 1-3 نقل البيانات بين جهازين [7]

يريد مستخدم يعمل على الجهاز الأول، إرسال رسالة مثلا "السلام عليكم " إلى الجهاز الثاني.

يطلب المستخدم الاول التطبيق المطلوب(مثلا تطبيق Email)، ويكتب الرسالة، ثم تحول الجملة المكتوبة إلى سلسلة من البتات وتخزن في ذاكرة الجهاز.

يتصل الجهاز بواسطة ناقل (شبكة) بواسطة تجهيزة الدخل والخرج تكون كمُرسل (بطاقة شبكة أو مودم) ، وتنقل البتات من ذاكرة الجهاز الى المُرسل على صورة إشارة كهربائية رقمية(g(t تأخذ مجموعة من القيم المتتالية عبر الزمن تمثل قيم البتات ضمن السلسلة(0 او 1). ويقوم المرسل بتضمين هذه الإشارة الرقمية (g(t الى الإشارة الانسب للوسط الناقل المتصل به (s(t . يمكن ان تتعرض الإشارة s المرسلة على الوسط الناقل الى الكثير من التغيرات قبل وصولها الى المستقبل. وبالتالي من الممكن وجود اختلاف الإشارة المستقبلة (r(t عن الاشارة (s(t . ويعمل المستقبل على معرفة قيمة الإشارة الاصلية معتمدا على الإشارة المستقبلة ومعطياته بخصائص الوسط الناقل. ويقوم بإرجاع الإشارة التي توصل اليها الى الشكل الرقمي لتصبح(g'(t . يعمل المستقبل على معاينة البيانات الواردة بحثا عن أخطاء، وفي حال اكتشافه لخطأ ما، من الممكن أن يتعاون المرسل بطريقة ما لتكون (g'(t صحيحة لا أخطاء فيها.

يرسل المستقبل البيانات الى المستخدم عن طريق جهاز خرج(شاشة عرض مثلا)، لتصله رسالة 'm. ويجب ان تكون الرسالة 'm التي تستعرض لدى المستقبل (المستخدم 2) مطابقة تماما لرسالة m المرسلة من طرف (المستخدم1) حتى نقول ان عملية الارسال صحيحة. **[6]**

تنقل البيانات في أبسط حالة عن طريق وسط ناقل ويكون كبل يتصل طرفه الأول بالمرسل والطرف الثاني بالمستقبل. ولكن هذه الحالة غير قابلة للتطبيق في اغلب الأحيان للأسباب التالية:

- بعد المسافة، وهذا لكونها مكلفة، من غير الوارد أن نقوم بمد كبل ضوئي لتبادل رسائل بين جهازين حاسوبيين تفصلهما عدة كيلومترات.
- الحاجة الى تحقيق الاتصال بين عدة أجهزة وليس بين جهازين فقط.
- ولهذا ظهرت "الشبكات" كبديل عن الاتصال المباشر بين نقطتين.

4.1 الشبكات اللاسلكية

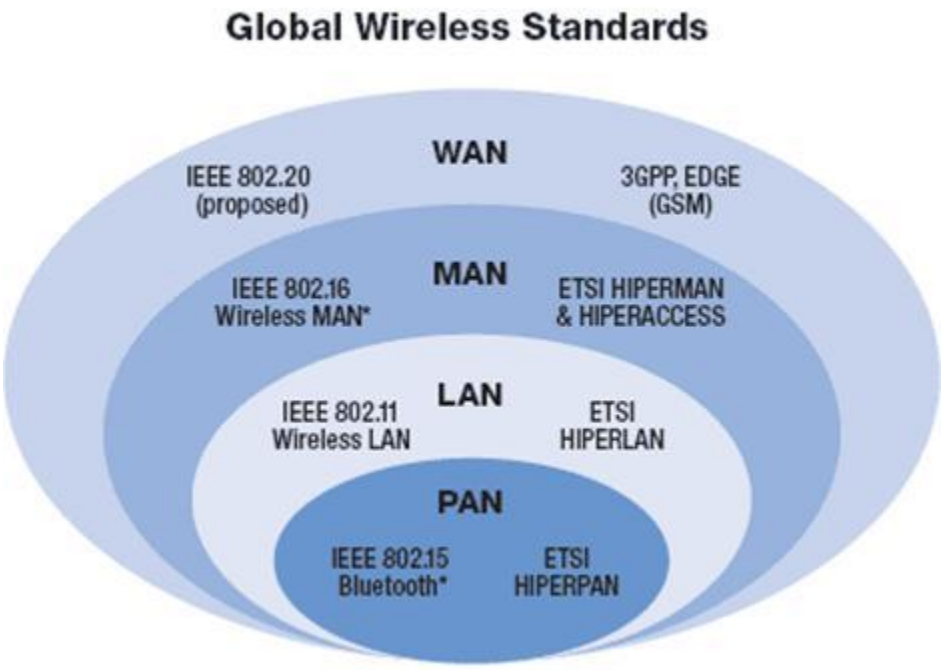
في عام 1901 قام غوليلمو ماركوني بإرسال إشارة لاسلكية عبر المحيط الأطلسي من إنكلترا إلى أمريكا بمسافة 3200 كيلومتر، سمح هذا الاختراع الاتصال لاسلكيا بين طرفين عبر إرسال حروف مُشفرة بإشارات تماثلية. وبعد ذلك، وصل التطور خلال القرن الماضي بالتقنيات اللاسلكية الى اختراع الراديو والتلفزيون والاتصالات عبر الأقمار الصنعية، تبعها سرعة في تطور الشبكات اللاسلكية والتقنيات الخلوية.**[8]**

الشبكات اللاسلكية عبارة عن وسيلة سهلة لإيصال شبكة الانترنت إلى أماكن من الصعب أن تصل اليها الشبكات السلكية. إذ لا تهدف التقنيات اللاسلكية الى التخلي عن البنية التحتية السلكية، إنما تهدف إلى تدعيم تلك البنية وتوفير الاتصال في المناطق التي يصعب فيها تركيب مختلف الأنواع من اسلاك التوصيل.

الشبكات اللاسلكية منخفضة التكلفة مقارنة مع البدائل السلكية، مما يتيح لعدد كبير من المستخدمين الاستفادة من خدمات التواصل لا تقتصر فقط على الخدمات التي تقدمها شبكة الانترنت، بل تمكن المستعملين من الاتصال والاشتراك في الاعمال عبر مسافات شاسعة. لقد اصبح بالإمكان اجراء الاتصالات بتكلفة قليلة جدا.

1.4.1 أنواع الشبكات اللاسلكية

يوجد لدينا اليوم عدة أنواع من النظم والمعايير اللاسلكية وذلك حسب المتطلبات المختلفة. وتم تصنيفها إلى أربعة أنواع على حسب التطبيق .



الشكل 1-4 المعايير اللاسلكية المختلفة[9]

شبكة الاتصالات الشخصية PAN(Personal Area Networks) والمعرفة بالمعيار IEEE802.15 وتجاريا باسم Bluetooth، تستخدم لمشاركة المعطيات بين التجهيزات الملحقة بالجهاز المتعلقة بالمستخدم. وتغطي هذه الشبكة مسافة امتار معدودة فقط. أيضا تستعمل هذه الشبكة لتراسل البيانات بين تجهيزات شخصية، أو للوصول إلى شبكة الإنترنت.

الشبكات اللاسلكية المحلية LAN(Local Area Networks) المعرفة بالمعيار IEEE802.11 وتجاريا باسمWiFi ، تعمل على تأمين الربط اللاسلكي بين نقاط كشبكة الانترنت مثلا. ويصل مداها الى مئة متر او اكثر.

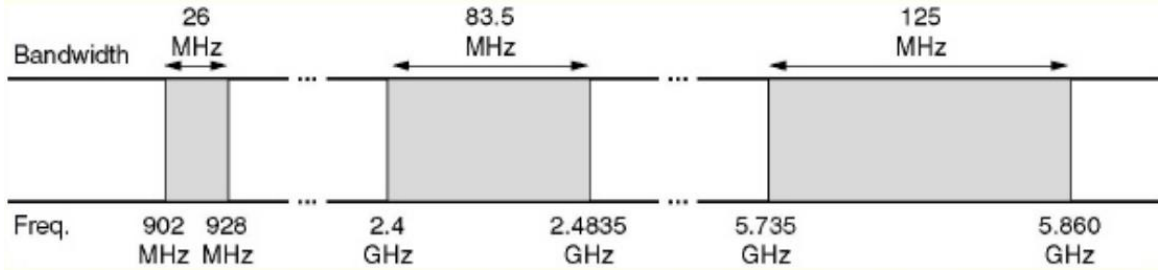
الشبكات اللاسلكية الإقليمية MAN(Metropolitan Area Networks) والتي معيارها IEEE802.16 واسمها التجاري WiMAX، تم تطويرها لتأمين الربط عريض الحزمة مع شبكة الانترنت، تمتد تغطيتها الى عدة كيلومترات.

الشبكات واسعة المجال(MAN(Wide Area Networks، تغطي مناطق جغرافية واسعة، وتقوم بربط شبكات محلية بعضها ببعض، وتستعين بالأقمار الصناعية للتغطية.**[9]**

تستعمل الاتصالات اللاسلكية الترددات الكهرومغناطيسية لترسل الإشارات الحاملة للمعلومات. تتوزع الترددات الكهرومغناطيسية الحاملة للمعلومات من المرسل ضمن قناة الانتشار. وتتأثر الترددات اثناء انتشارها بظواهر مثل: الانعكاس(Reflection)، والانتثار(Scattering)، والتخميد(Damping)، وتعتبر قناة الانتشار أعقد جزء ضمن أي نظام اتصالات لاسلكي.

تتوزع الترددات الكهرومغناطيسية ضمن مجال واسع من الترددات(أطوال الموجه)، يدعى هذا المجال بالطيف الكهرومغناطيسي(أو الطيف الترددي).

تقوم الدول عادة بتطبيق قوانين على استعمال الطيف الترددي والتي تبلغ تكلفة الحصول على ترخيص للعمل ضمنها مبالغ طائلة. خاصة تلك المستعملة لأغراض البث الإذاعي والتلفزيوني، إضافة إلى الاتصالات الهاتفية او الخلوية، واتصالات نقل البيانات. وقد جرى الاتفاق عالميا على تخصيص بعض المجالات الترددية ذات الاستعمالات الصناعية العلمية والطبية ISM bands من غير الحاجة الى ترخيص وفق الشكل التالي:



الشكل 1-5 المجالات الترددية ISM [10]

تعمل أغلب الأنظمة اللاسلكية المنزلية مثل: WiFi، Bluetooth، ضمن مجالات ISM من الطيف الترددي، بينما تعمل أنظمة أخرى، WiMAX، الأنظمة الخلوية، خارج مجالاتISM.

يشمل استخدام الطيف الترددي مختلف النظم والتطبيقات اللاسلكية، إذ يستعمل كذلك في التطبيقات التجارية والبث التلفزيوني والراديوي والأنظمة العسكرية والمدنية، ولكل نظام من النظم والتطبيقات المذكورة طيف ترددي محدد ومخصص له، ويبقى الهدف الأساسية في

النظم والاتصالات اللاسلكية هو الاستعمال الفعال لهذا الطيف الترددي وإنتاج آليات مناسبة لتنسيق ولوج المستخدمين إلى هذا الطيف.

تتجه النظم اللاسلكية إلى تقنيات متنوعة ليتشارك مستعملي نظام معين الطيف الترددي المخصص لهذا النظام، ويمكن تصنيف تلك التقنيات وفق التالي: تقنيات النفاذ المتعددMultiple Access، تقنيات النفاذ العشوائيRandom access، تقنيات الطيف المنثورSpread spectrum. **[10]**

2.4.1 مبدأ تقاسم الطيف الترددي

1.2.4.1 تقنيات النفاذ المتعدد

تقسم تلك التقنيات إلى الطرق التالية: **[11]**

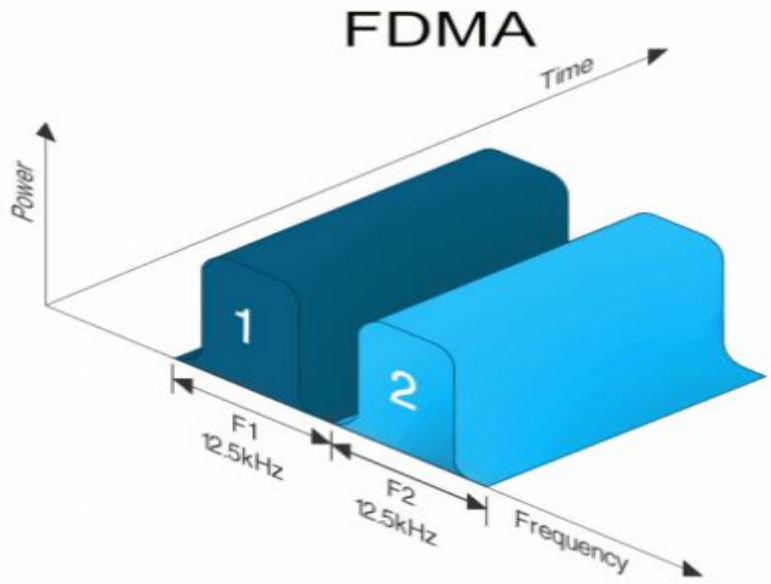
- النفاذ المتعدد باقتسام الترددFrequency–Division Multiple Access(FDMA) .
- النفاذ المتعدد باقتسام الزمنTime–Division Multiple Access(TDMA) .
- النفاذ المتعدد باقتسام الرماز Code–Division Multiple Access(CDMA) .
- النفاذ المتعدد باقتسام الترددات المتعامدة (OFDMA)

Orthogonal Frequency Division Multiple Access.

النافذ المتعدد باقتسام التردد FDMA :

تُقَسَّم الحزمة الترددية لنظام معين إلى حيزات ترددية صغيرة، كل حيز ترددي(Channel) يُمنح لمستعمل واحد ويتم استعمال حزمة الأمان(Guard band) بين الحيزات وذاك لمنع التداخل بينها. إن حجم الحيز الترددي يرتبط بنوع النظام و نوع الإشارة التي يتم ارسالها على هذا الحيز وعند استخدام المحطة اللاسلكية لحيز ما لا يمكن لمحطة ثانية في نفس المنطقة استخدام نفس الحيز.

تسمح هذه التقنية إمكانية التوافق مع التجهيزات اللاسلكية و تجعل سهولة في بناء تخطيط الشبكات، كذلك من تتميز بعدم حراجة التزامن في الأنظمة العاملة وفق هذه التقنية. ولكن بالمقابل تتطلب تجهيزاتها مرشحات عالية الجودة. **[12]**



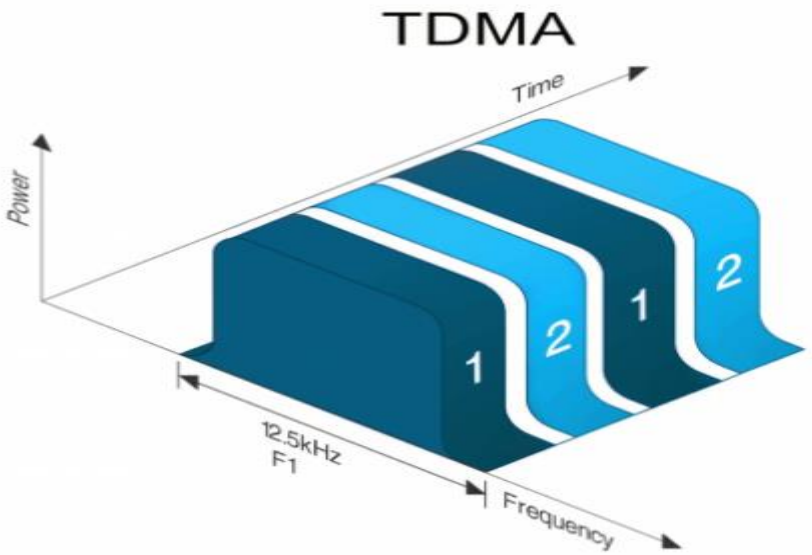
الشكل 1-6 تقنية النفاذ المتعدد باقتسام التردد[13]

Time : الوقت – Power : الطاقة – Frequency : التردد .

النفاذ المتعدد باقتسام الزمن TDMA

تتقاسم بواسطة هذه التقنية عدد من المحطات في نفس الحزمة الترددية للإرسال و في حزمة ترددية أخرى للاستقبال. يتم تخصيص كل محطة في هذا النظام بحيز زمني محدد ضمن الحزمة الأولى يقوم خلالها ببعث المعطيات، كما ويخصص له حيز زمني آخر ضمن الحزمة الأخرى لاستقبال المعطيات. تقوم كل محطة بإرسال البيانات بالتسلسل خلال الحيز الزمني المخصص لها فقط، مما يتيح لعدة محطات باستخدام نفس الحزمة الترددية.

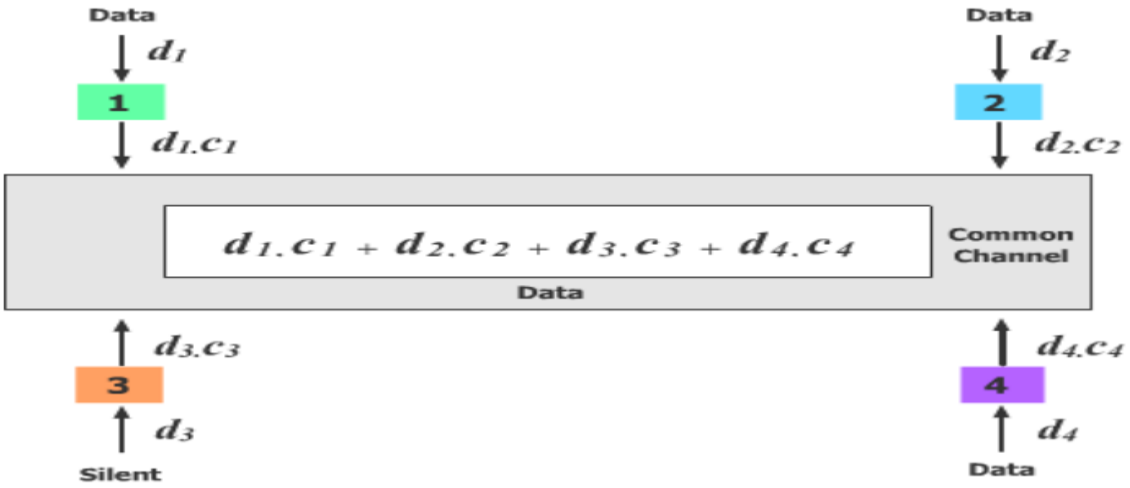
تعطي هذه التقنية إمكانية نقل المعطيات بمعدلات عالية عبر تعيين عدد من الحيزات الزمنية معا لنفس المستخدم، كما انها تعتبر اكثر كفاءة من تقنية FDMA، ولكن بالمقابل تكمن الصعوبة الأساسية بأنظمة TDMA بتحقيق التزامن بين المحطات المختلفة، فإن التزامن يعتبر من الخصائص الحرجة جدا في الانظمة التي تستعمل هذه التقنية، ويزيد من هذه الصعوبة التأخير الزمني الناتج عن انتشار إشارات المحطات المتباعدة عن بعضها البعض، ولاستدراك هذا يتم إدخال زمن حماية بين كل حيز زمني وآخر، كما انها تعاني أكثر من مشاكل تعدد المسارات التي تتعرض لها الإشارة أثناء انتشارها من المرسل إلى المستقبل. **[14]**



الشكل 1-7 تقنية النفاذ المتعدد باقتسام الزمن[13]

النفاذ المتعدد باقتسام الرماز CDMA

يوجد اختلاف بين تقنية CDMA و تقنية FDMA ويتمثل هذا الاختلاف في ان محطة واحد في تقنية CDMA تشغل كامل الحزمة الترددية المخصصة، وتختلف عن تقنية TDMA بأنه بإمكان جميع المحطات الارسال معا. إذًا، هذه التقنية تجمع بين خصائص كل من التقنيتين السابقتين. لتحقيق ذلك بدون حصول تداخل بين إشارات المحطات، تستخدم CDMA تقنية الطيف المنثور ونظام ترميز خاص. يعتمد نظام الترميز على نظرية الترميز، بحيث يتم تخصيص كل مشترك برماز code يتألف من سلسلة من الأعداد الثنائية تدعى الرقاقة. يجري اختيار الرقاقات بحيث تحقق خاصية التعامدية فيما بينها.**[15]**



الشكل 1-8 تقنية النفاذ المتعدد باقتسام الرماز لنظام يتألف من أربعة محطات[16]

يكون معدل إرسال المحطة مستويا لمعدل معطيات المحطة مضروبا بعدد خانات الرقاقة وبذلك يكون طيف الإشارة المرسلة أعلى بكثير من طيف الإشارة الأصلية.

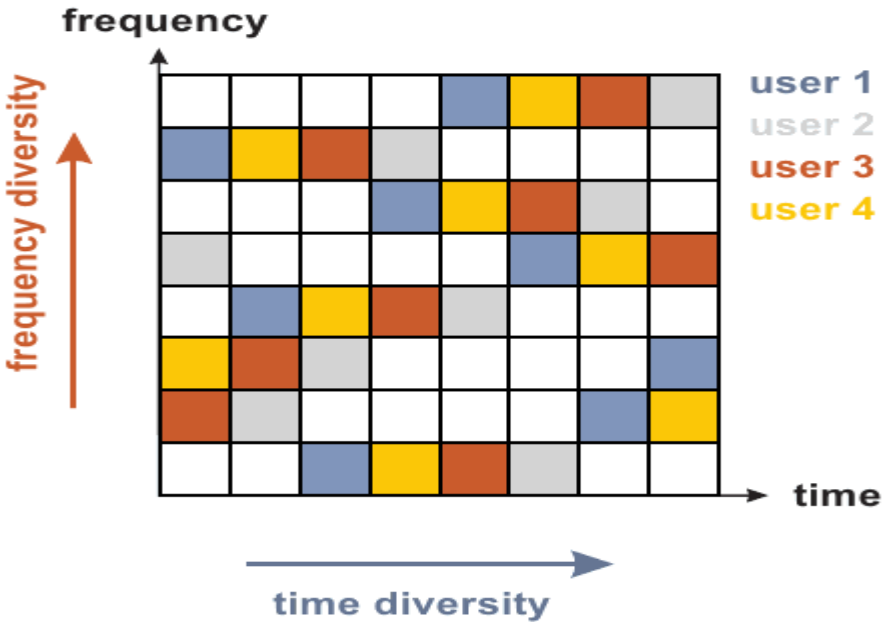
اذا رغبت محطة ما بإرسال معطيات، فإنها ترسل الرقاقة الخاصة بها أو عكسها بحسب قيمة البت قيد الإرسال "1" أو "0"، أي d1. C1 ، حيث d1 البت قيد الإرسال للمحطة1، و C1 الرقاقة الخاصة بالمحطة المؤلفة من عدد من البتات. وبهذا تتراكب رقاقات المحطات ضمن قناة الانتشار. يبين الشكل1−6 السابق الإشارة المتراكبة ضمن قناة الانتشار المُرسلة من المحطات الأربعة. ونظرًا لخاصية التعامد بين رقاقات المحطات فيمكن استخلاص إشارة أية محطة من المحطات المرسلة عن طريق إجراء عملية الجداء الداخلي بين رقاقة المحطة المراد استخلاص إشارتها والإشارة المستقبلة من قناة الانتشار، أي استخلاص إشارة المحطة1: Data=(d1.C1+d2.C2+d3.C3+d4.C4).C1.

يمكن للنظم العاملة وفق تقنية CDMA أن تخدّم عدد اكبر من المشتركين ضمن حزمة ترددية محددة مقارنة مع تقنيات FDMA و TDMA، كما ان الطاقة المعدة للإرسال هي اقل من مثيلاتها مقارنة مع باقي التقنيات. **[16]**

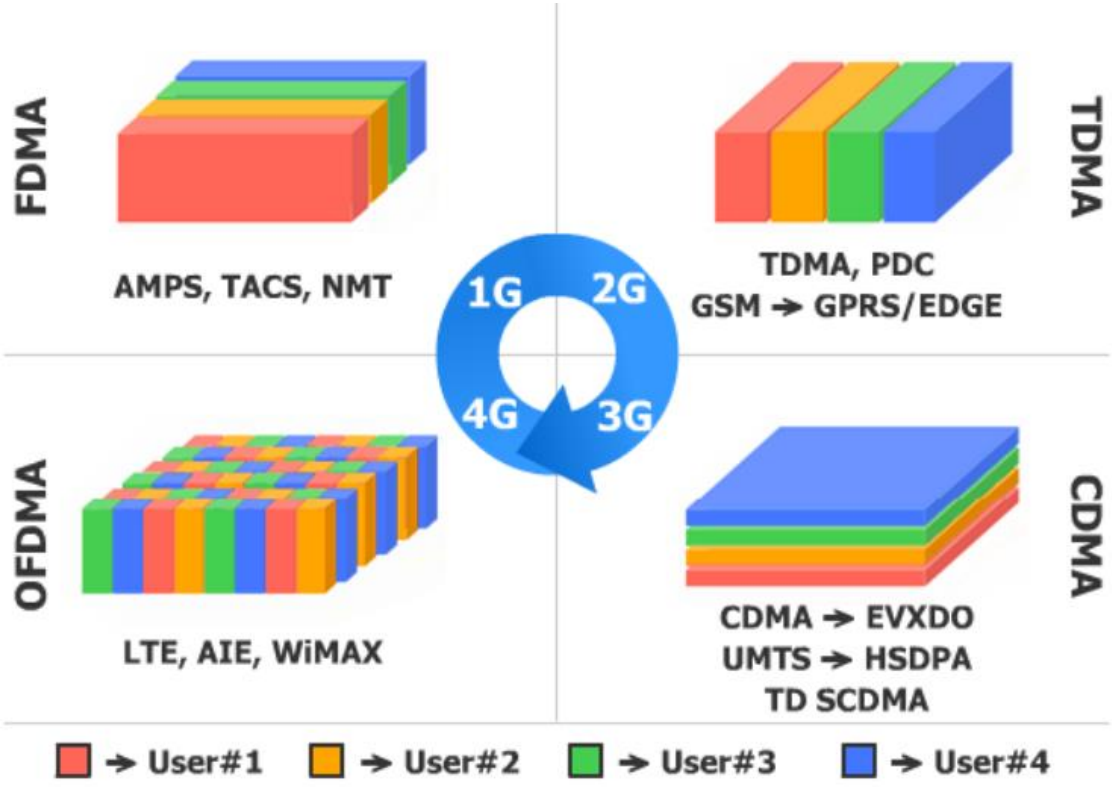
النفاذ المتعدد باقتسام الترددات المتعامدة OFDMA

تعمد تقنيةOFDM على إرسال بيانات مشترك محدد باستعمال حوامل فرعية متعددة ومتعامدة فيما بينها. بواسطة هذه التقنية تقسم عرض الحزمة المخصصة للإرسال الى عدد كبير من الحوامل الترددية الفرعية المتعامدة فيما بينها، ويتم إرسال بيانات الدخل عبر توزيعها على الحوامل الفرعية تبعًا خوارزمية معينة. تسهر المحطة القاعدية على تخصيص كل مشترك مرتبط مع نظام الاتصال بعدد معين من الحوامل الفرعية مما يسمح لعدد كبير من المستعملين بالإرسال في وقت واحد.

تتميز هذه التقنية بإمكانية تخصيص لكل مشترك حوامل فرعية خلال فترة محددة لتلبية احتياجاته وفق جودة الخدمة المطلوبة، كما ويمكن التحكم بقدرة الارسال اللازمة لكل مشترك على حِدى، إضافة إلى ممانعة هذا التقنية للتداخل الناتجة عن تعدد المسارات.**[17]**



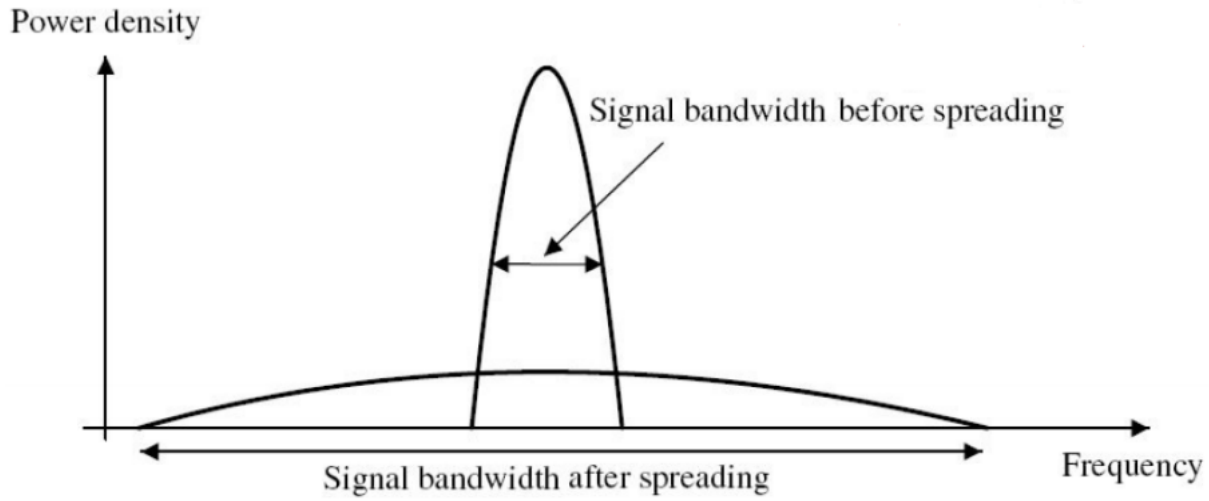
الشكل 1-9 مثال على توزيع الحوامل الفرعية المتعامدة على اربعة مشتركين [18]



الشكل 1-10 تلخيص لتقنيات النفاذ المتعدد وأمثلة على الأنظمة المستخدمة [16]

2.2.4.1 تقنيات الطيف المنثور

وهو الاستعمال الفعال لعرض الحزمة الترددية. وقد كان هدف هذه التقنية ببداياتها في الاستعمالات العسكرية لتجنب التشويش والتنصت على الاتصالات، بينما اليوم اصبح استعمال هذه التقنية في الانظمة اللاسلكية لتشارك الحزمة الإشارة الأصلية قيد الإرسال بحيث تصبح بعرض الحزمة الترددية المخصصة لنظام الاتصالات. **[19]**



الشكل 1-11 تقنية نثر الطيف[19]

Signal bandwidth before spreading : عرض النطاق الترددي للإشارة قبل الانتشار

éSignal bandwidth after spreading : عرض النطاق الترددي للإشارة بعد الانتشار

توجد تقنيتان للطيف المنثور: النثر بالقفز الترددي Frequency-Hopping Spread Spectrum، والنثر بالسلسلة المباشرة Direct-Sequence Spread Spectrum.

3.2.4.1 تقنية النفاذ العشوائي

تجعل هذه التقنية جميع المحطات اللاسلكية لنظام معين المتشاركة بقناة ترددية متكافئة فيما بينها، لا يمكن لأية محطة أن تسمح أو تمنع محطة أخرى من الإرسال. عندما تريد محطة ما إرسال بيانات تقوم بتتبع إجراءات تحددها تقنية النفاذ العشوائي المتبعة لاتخاذ القرار بالإرسال او عدم الارسال. جميع المحطات اللاسلكية تقوم بتنفيذ خوارزمية موزعة يتم من خلالها تحديد أولوية البعث بين المحطات.

تم تسميت هذه التقنية بالنفاذ العشوائي وذلك لخاصّيتين اثنتين، وهما: اولاً، عدم وجود جدول زمني لإرسال البيانات للمحطة، فالإرسال عشوائي بين المحطات، ثانياً، عدم وجود قواعد

لتحديد أي محطة يجب أن تُرسل لاحقا وإنما تتنازع المحطات فيما بينها للنفاذ إلى قناة الإرسال.

عند قيام أكثر من محطة بالإرسال في وقت واحد ستتصادم الإشارات مع بعضها البعض وستتلف حزم البيانات. ولتجنب التصادم بين الإشارات ولمعالجة تلف حزم البيانات أذا حدثت، تستخدم الشبكات السلكية خوارزمية " تحسس الحامل مع كشف التصادم CSMA/CD"، ولكن لا يمكن استخدام هذه الخوارزمية في حال الشبكة اللاسلكية، إذ يكون المجال الديناميكي للإشارة في وسط الانتشار واسعًا ولا تستطيع المحطة اللاسلكية التفريق بين الإشارة المستقبلة الضعيفة وبين الضجيج و انعكاسات إرسال المحطة ذاتها، إلا إذا كان التصادم يضيف طاقة محدودة للإشارة المنتشرة مما يجعل تمييز التصادم غير ممكنًا.**[20]**

تم اعتماد آلية مطورة وذلك لتجنب التصادم إضافة لآلية تحسس الحامل لتصبح خوارزمية النفاذ المتعدد في وسط الانتشار اللاسلكي هيCSMA/CA.

3.4.1 الشبكات اللاسلكية المحلية WLAN

1.3.4.1 مفهوم الشبكات اللاّسلكية المحلية (Wireless WLAN(Local Area Networks

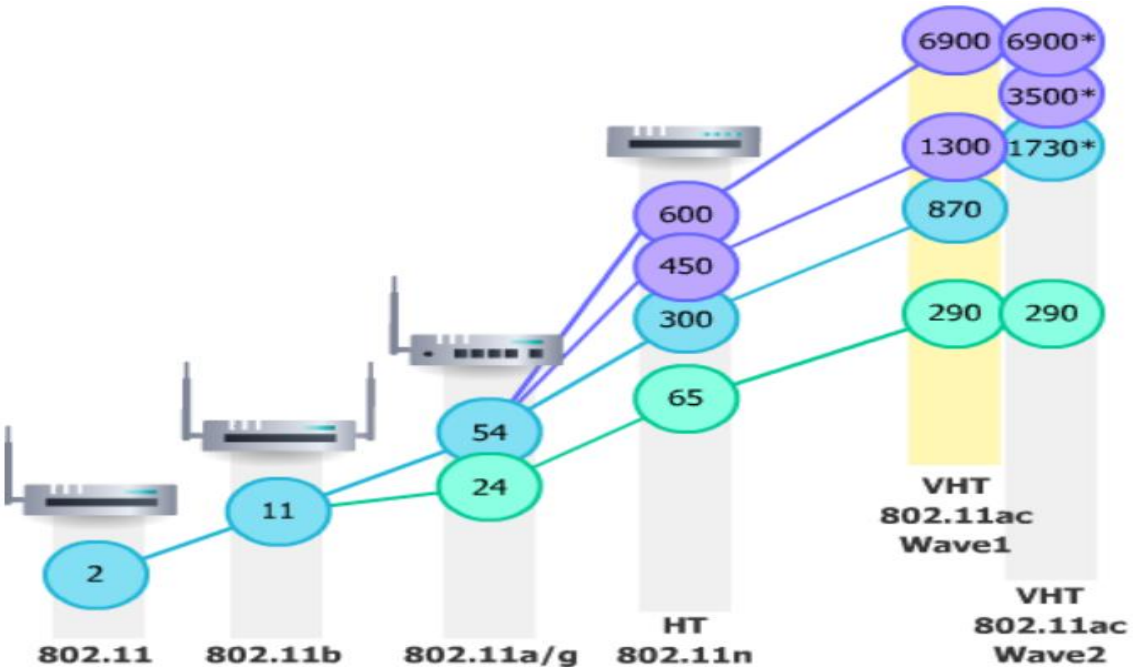
كانت الشبكات اللاسلكية المحلية(WLAN) تهدف لدعم شبكات الانترنت السلكية، وذلك بدون استخدام وصلات سلكية بتأمين اتصال لاسلكي بين المستخدم وشبكة الانترنت باستعمال مجال ترددي مسموح لا يحتاج الى ترخيص. وهكذا فقد تم تصميم بروتوكولات الشبكات اللاسلكية المحلية حيث تعمل بتوفر أنواع أخرى من الأجهزة تعمل ضمن نفس المجال الترددي. ومؤخرا اكتسبت WLAN موقعا مهما في سوق الشبكات المحلية وأصبحت من أكثر التقنيات الاتصالات اللاسلكية قبولاً وانتشاراً، بحيث انها توفر معدل نقل بيانات أعلى من التقنيات اللاسلكية المُمَعيرة الأخرى. وتعتمد WLAN على معايير تقدم حلولاً عملية للربط الشبكي بشكل يدعم الحركة، وسهولة التركيب. وهي متوفرة اليوم في معظم الأجهزة اللوحية، وغيرها. يُعتبر العمل الأساسي ل WLAN تأمين ولوج الأجهزة

المحمولة إلى شبكة الإنترنت في مختلف بيئات العمل، حيث يتم نشر نقاط اتصال (Access Point) لتأمين الربط بين الأجهزة المحمولة وشبكة الإنترنت في تلك الأماكن. كما تتيح معاييرWLAN عمليات الاتصال بين جهازين بطريقة الند–للند بهدف تبادل الملفات. **[21]**

2.3.4.1 معيار الشبكة *WLAN*

قامت هيئة المعايير والمقاييس IEEE بتعريف المعيار 802.11 بهدف توصيف وعيرة الشبكات اللاسلكية المحلية WLAN و وضعها قيد التطبيق العلمي، وقد مرَّ هذا المعيار بتطويرات ومواكبات للتحسين و لإرضاء المستخدمين وهذا ما نشاهده في الشكل1–10 الذي يوضح تطور معدل النقل بين جهازين. بحيث يوضح المنحى معدل النقل الأعظمي الممكن إنجازه وفق Product max ، بينما وفق الشروط الطبيعية لانتشار الإشارة يحقق المعيار معدل نموذجي وفق المنحنى المبينtypical.

بعدما تم انتشار معايير802.11 على نطاق واسع، كانت مخاوف الشركات المصنعة لأجهزة الشبكات اللاسلكية أن تعمل منتجاتها المختلفة مع بعضها البعض بالرغم من الاعتماد على نفس المعيار. لمواجهة هذه المشكلة، في عام 1999 قام تجمع من الشركات الصانعة والذي يدعى WiFi Wireless Fidelity إلى انشاء مجموعة من الاختبارات لفحص التجهيزات المنتجة من قبل الشركات وفق معايير 802.11 بحيث انها تكون مطابقة للمعيار ومن عملها المشترك مع التجهيزات المماثلة المصنعة من شركات أخرى، ثم منحها وثيقة مطابقة Wi–Fi . **[16]**



الشكل 1-12 تطور أجيال الشبكات اللاسلكية المحلية802.11، ويشير الرقم داخل الدوائر إلى معدل النقل مقدرًا بـ Mbps [16]

4.4.1 الشبكات اللاسلكية الشخصية بلوتوث Bluetooth

مع تعقيد الربط السلكي خلال انتشار الشبكات بشكل كبير، ظهرت تقنيه اتصال لاسلكي التي تتخلص من كابلات الربط وتسمح لعدد من الاجهزة بتبادل البيانات بطريقة سهله عند الطلب وباستعمال مجال ترددي تابع لـ ISM، انتجت جهود خمس شركات عالمية تقنية البلوتوث وذلك في عام 1998، وهذه التقنية تمكن الاجهزة من تشكيل شبكة لاسلكية قصيره المدى، واصبحت معظم الأجهزة المختلفة كالحواسب المحمولة واجهزة الهواتف الخلوية وغيرها، مثل: طرفيات الكمبيوتر والطابعات والماسحات الضوئية...الخ، مجهزة بتقنية بلوتوث.**[22]**

سميت بلوتوث بهذا الاسم نسبة لملك الفايكينغ" هارالد بلاتاند الثاني" في الدانيمارك الملقب ب"السن الأزرق"(Bluetooth) نسبة إلى لون سنه. لذلك ارتبط اسمه بهذه التقنية التي تهدف الى خلق وسيلة معيارية لمختلف أنواع الأجهزة لتتصل مع بعضها البعض من خلال اتصال لاسلكي.

1.4.4.1 المميزات التقنية للبلوتوث

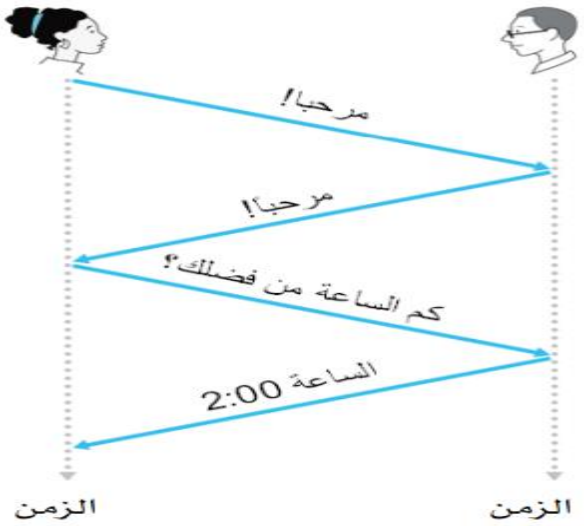
يعمل البلوتوث تحت معيار IEEE802.15 ويعرّف شبكة لاسلكية شخصية Wireless personale-Area Network(WPAN) للعمل على مساحة سطحية بقطر يقارب عشرة أمتار كأقصى حد. و يسمح للتجهيزات اللاسلكية إنشاء شبكة بدون بنية تحتية من نوع Ad hoc عندما يتم توافق بينهم في المجال الراديوي.

ومن ابرز المزايا التي يتمتع بها البلوتوث، الاستهلاك القليل للطاقة ، وقد صمم لإبقاء التكلفة منخفضة ومن أهمها استقلاليته عن بروتوكول الانترنتIP. تتيح تلك الخاصية التعامل مع التجهيزات دون الاهتمام بمسائل الطبقات اعليا، مثل تخصيص العناوين، عنوان المسير الافتراضي، قناع الشبكة، ...الخ ، مما يؤدي إلى سهولة كبيرة في إعداد الشبكة.**[23]**

5.1 البروتوكولات

1.5.1 مثال من الواقع

نحن كبشر ننفّذ البروتوكولات طوال الوقت، عندما تريد سؤال شخص آخر عن الوقت ماذا تفعل؟. اليك الشكل التالي و الذي يمثل بروتوكول بشري يستعمل عند بداية المحادثة:



الشكل 1-13 بروتوكول بشري

يعتمد البروتوكول البشري على بدأ الطرف الأول بالتحية "مرحبا"، وذلك لبدء التحاور مع شخص آخر. يأتي الردّ المعتاد على "مرحبا" وذلك على شكل رسالة تحية أخرى "مرحبا" تكون بالاتجاه المعاكس. يَعتبر الشخص الرد الخاص بالسائل " مرحبًا " كإشارة محفزة على المضي قدما والسؤال عن الوقت. اذا كان ردّ مختلف مثل: "ماذا تريد" أو لا يرد عليه، قد يشير إلى عدم الرغبة في الاتصال. في هذه الحالة وفقًا للبروتوكول البشري لن يتم السؤال عن الوقت. في هذه الحالة يتخلى عن المتابعة في الحوار(الاتصال). في هذا المثال البشري، توجد رسائل معينة نرسلها، وأعمال نقوم بها اعتمادا على الإجابة التي نستلمها أو عدم تلقيها أصلًا وذلك في وقت معين. أي أن إرسال واستقبال الرسائل وما يتبع ذلك من اعمال تشكل جزءًا مهمًا في نظام البروتوكول البشري. أما إذا استعمل البشر بروتوكولات مختلفة (على سبيل المثال: اذا كان أحد الشخصين يُعرَف بسلوك جيد والآخر عكس ذلك، او إذا كان مفهوم الوقت واضحًا عند شخص وغير واضح عند الشخص الآخر) فلن تؤدي البروتوكولات مهامها ولن يتم إنجاز عمل مفيد. ينطبق نفس الشيء على الشبكات، حيث يحتاج الامر الى اثنين او اكثر من وحدات الاتصال تنفذ نفس البروتوكول لكي يتم انجاز مهمّة معينة.

2.5.1 بروتوكولات الشبكة

بروتوكول الشبكة هو شبيه للبروتوكول البشري السابق، ولكن بروتوكولات الشبكة تعتمد على كائنات مادية وتتخذ الخطوات هي مكونات مادية او برمجية لبعض الأجهزة الموصلة بالشبكة على سبيل المثال جهاز الحاسب او المساعد الشخصي الرقمي او الهاتف الخلوي او الالواح الذكية وغير ذلك من الأجهزة القادرة على التعامل مع الشبكات. كل أنشطة الشبكات التي تحتوي كائنين او اكثر بحيث تكون متصلة عن بعد يحكمها بروتوكول. مثلا عند الاتصال بين جهازين من الحواسيب فإن البروتوكولات الموجودة في بطاقتي التوصيل بالشبكة والخاصة لكل جهاز هدفها التحكم في تدفق البتات على الواصل بينهما، كذلك البروتوكولات الموجودة على الأنظمة الطرفية بتحديد معدل إرسال رزم البيانات من جهاز المرسل إلى جهاز المستقبل، كذلك بروتوكولات التوجيه في الموجّهات داخل الشبكة تعمل على تحديد المسار الذي تسلكه كل رزمة من المصدر الى الوجهة النهائية.

بعد عرض الأمثلة البشرية وأمثلة الشبكات، يتضح أن عملية تبادل الرسائل والخطوات التي تتم عند إرسال واستقبال الرسائل تمثل العناصر الرئيسية للبروتوكول **[24]**

3.5.1 طبقات البروتوكولات

يكون استعمال البروتوكولات على شكل مجموعات (لا يمكن أن يكفي استعمال بروتوكول واحد لإتمام عمليات الاتصال بين الأجهزة)، الحاجة إلى مجموعة بروتوكولات وذلك لأن سلاسل البايتات المتبادلة في كل رسالة بين المحطتين، تتعلق بوحدات مختلفة في كل طرف. ليست كل البايتات في رسالة تحمل المحتوى الفعلي الذي يهم المستخدم النهائي عند كل طرف، بحيث تكون هذه الإضافة متمثلة في بايتات مسؤولة على توفير الحماية والمحافظة على التزامن و إضافة العنونة والكشف ن الأخطاء وربما تصحيحها وكذلك التحكم في التدفق والتوجيه والازدحام وغيرها من الوظائف. ويتم تنفيذ العديد من هذه المهام على مجموعة من المستويات ومن طرف مجموعة من الكائنات، على صعيد كل طرف اتصال. وتسمى الرسائل مع الملحقات مجتمعة بالأعباء الإضافية .

تبعًا للقاعدة القديمة في علوم الحاسب الآلي " فرّق تسد"، تسلسل البايتات الذي يمثل هذه الأعباء الإضافية يقسّم إلى عدة أجزاء، وكل جزء يستقبل بواسطة وحدة معينة مهتمة بالوظيفة وذلك داخل أحد طرفي الاتصال. لذا، فإن عدة كائنات في أحد الطرفين تعمل على إرسال كل سلسلة بايتات (رسالة)، ويتم استقبال اضافات كل كائن من قبل كائنات مماثلة في الجانب الآخر، لأن كلاً منها يتحمل مسؤولية الوظيفة نفسها في كل طرف، وكلاً منها سوف تستخدم نفس البروتوكول للاتصال مع نظيره، ومن هنا تتضح الحاجة إلى بروتوكولات متعددة في عملية الاتصال ككل. وعلى سبيل المثال نجد الكائنات التي تشارك في هذه الآلية: تعريف جهاز واجهة الشبكة، وعدد من وحدات من نظام التشغيل، وغيرها من وحدات التطبيق الخاصة بعمل المستخدم. في هذه الأمثلة وظائف الاتصال مجزئة على كائنات ابتداءً من مستوى منخفض، بالقرب مستوى الآلة، حتى تصل إلى مستوى عالي، بالقرب من المستخدم النهائي. كل كائن في المستويات المنخفضة يقدم خدماته إلى الكائن الذي يقع فوقه مباشرةً. وتتمثل الواجهة في استدعاءات دوال يقوم بها الكائن الذي يطلب وظيفة معينة

من الكائن الذي يقع أسفل منه في التقسيم البرمج للكائنات، نستشعر دائما ان عمل البروتوكولات في النهاية هو عبارة عن برامج مكونة من دوال كما هو الحال مع أي برمجيات. **[25]**

لتحقيق هيكلة خاصة بوظائف الشبكات، يتم تنظيمها بواسطة مصممو بروتوكولات الشبكات ، وكذلك أجهزة وبرامج الشبكة التي تقوم بتنفيذ تلك البروتوكولات، وذلك على مستوى طبقات معينة، وتوفر كل طبقة خدمة معينة بتأدية بعض الأعمال، واستعمال خدمات الطبقة الأسفل منها مباشرةً.

تمتلك طبقات البروتوكول فوائد من حيث المفهوم والهيكل. بحيث تسهل تحديث مكونات النظام من خلال المعيارية، وكذلك تمتلك عيوب محتملة مثلا: الطبقات الازدواجية وذلك بتكرار طبقة ما لوظيفة اخرى، فعلى سبيل المثال، توفر العديد من طبقات البروتوكولات المعيارية وظائف تصحيح الأخطاء، مثلا تتيح العديد من طبقات البروتوكولات المعيارية خدمات تصحيح الأخطاء الناتجة عن الارسال وذلك على مستوى كل وصلة في طبقة ربط البيانات، وكذلك على المستوى من طرف الى طرف في طبقة النقل.

تدعى طبقات البروتوكولات مجتمعة برصة البروتوكولات، تتضمن رصة بروتوكولات الانترنت خمسة طبقات: المادية، ربط البيانات، الشبكة، النقل،. ويعتمد في مصادر أخرى أربعة طبقات :الوصول الى الشبكة، الشبكة، النقل، التطبيقات.**[26]**

طبقة التطبيقات

هي الطبقة التي تحتوي تطبيقات الشبكة وبروتوكولات طبقة التطبيقات، تحتوي في شبكة الانترنت مجموعة من البروتوكولات مثل HTTP وهو يعمل على توفير خدمات طلب ونقل وثيقة على الويب، SMTPيعمل على توفير خدمات الرسائل البريد الالكتروني، FTP مسؤول على خدمات نقل الملفات بين نظامين طرفيين. في اغلب المصادر يطلق على رزمة البيانات في طبقة التطبيقات اسم رسالة (message). **[27]**

طبقة النقل

إن عمل طبقة النقل في الشبكة يتمثل في نقل رسائل طبقة التطبيقات بين الأنظمة الطرفية عليها، ويستعمل بروتوكولان لنقل البيانات هما بروتوكول التحكم في الارسال (TCP) وبروتوكول وحدة بيانات المستخدم(UDP)،بحيث يمكن لكلاهما نقل بيانات طبقة التطبيقات. يوفر بروتوكول TCPخدمة توصيلية تتضمن تسليمًا مضمونًا لرسائل طبقة التطبيقات إلى محطتها النهائية ويتم بواسطته ضبط معدل تدفق البيانات. يقوم ايضا بروتوكولTCP بتجزئة الرسائل الطويلة الى قصيرة، ويستطيع السيطرة على الازدحام وذلك بالحد من معدل الارسال حينما تكون الشبكة مزدحمة. أما بروتوكول UDP فيوفر خدمة لا توصيلية، بحيث هذه الخدمة لا توفر أي ضبط لمعدل التدفق ولا سيطرة على الازدحام. **[28]**

طبقة الشبكة

تحتوي طبقة شبكة الانترنت بروتوكول الانترنت المعروف IP ، والذي يعرّف الحقول في وحدة البيانات كما يضع كيفية تعامل الأنظمة الطرفية والموجّهات تجاه تلك الحقول. بحيث يوجد بروتوكولIP وحيد لطبقة الشبكة، وعلى كل مكونات الانترنت أن تطبق هذا البروتوكول. كما تحتوي هذه الطبقة أيضا بروتوكولات التوجيه التي تحدد المسارات التي تعبرها وحدات البيانات بين المصادر والوجهات النهائية.**[29]**

طبقة ربط البيانات

يتم توجيه وحدة البيانات من طرف طبقة شبكة الانترنت وذلك عبر سلسلة من الموجّهات بين المصدر والوجهة. ولنقل وحدة البيانات من عقدة في شبكة معينة الى العقدة التالية ، تستند طبقة الشبكة على خدمات طبقة ربط البيانات، و تحديدا تقوم طبقة الشبكة في كل عقدة بدفع وحدة البيانات إلى طبقة ربط البيانات أسفلها، والتي تعمل على تسليم وحدة البيانات إلى العقدة التالية على المسار. في تلك العقدة التالية تُرفَع وحدة البيانات الواصلة من طرف طبقة ربط البيانات إلى طبقة الشبكة. في اغلب المصادر يتم تسمية رزمة البيانات عندما تصل الى طبقة ربط البيانات بـ إطار(frame). **[30]**

الطبقة المادية

تتمثل وظيفة طبقة ربط البيانات في نقل إطارات كاملة من عقدة إلى العقدة التالية، وهنا نجد مهام الطبقة المادية يتمثل في نقل البتات المفردة التي تنشأ إطار طبقة ربط البيانات من عقدة إلى أخرى، وتختلف البروتوكولات المستعملة في هذه الطبقة وذلك تبعا لنوع الوصلة وعلى وسط الارسال المادي للوصلة.**[30]**

4.5.1 المواصفات القياسية للشبكة

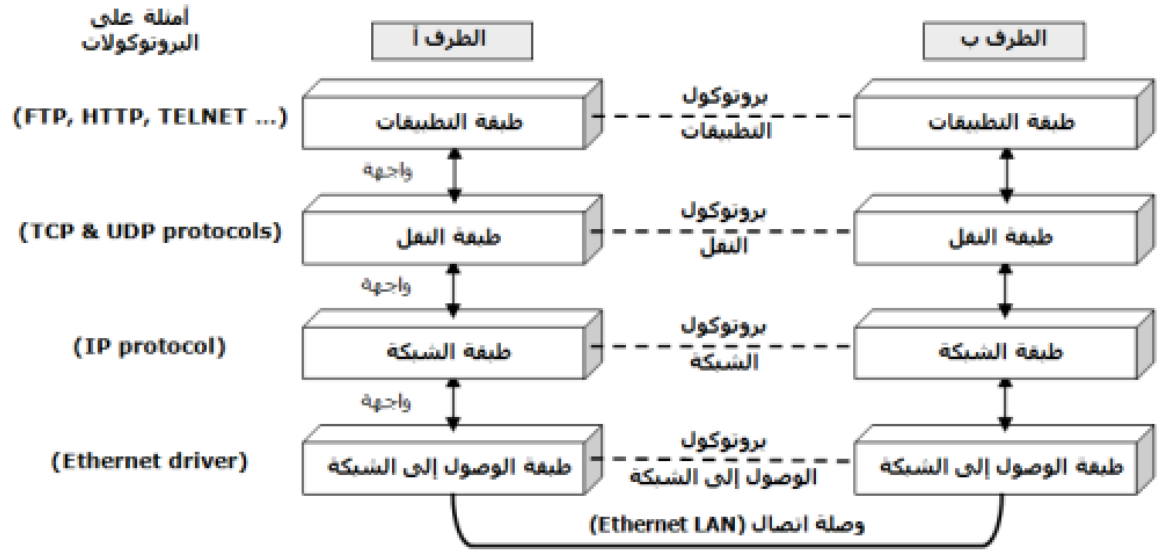
1.4.5.1 نموذج OSI لبنية الشبكات

بعد التعرف على رصة بروتوكولات الشبكات، يجدر بنا الذكر أن هذا النموذج ليس هو الوحيد من نوعه في هذا المجال، تم اقتراح تنظيمًا لشبكات الحاسب مكونة من سبعة طبقات من طرف المنظمة الدولية للمعاييرISO وذلك في أواخر السبعينات من القرن الماضي، وتم تسميته بنموذج ترابط الأنظمة المفتوحة Open System Interconnection (OSI). وكان هذا النموذج سباقًا في هذا المجال. فابتداءً من أواخر السبعينات، اعتمدت العديد من الجامعات و مراكز التدريب نموذج OSI كمقررات دراسية.**[31]**

ويحتوي نموذج OSI سبعة طبقات: طبقة التطبيقات، طبقة التقديم، طبقة الجلسة، طبقة النقل، طبقة الشبكة، طبقة ربط البيانات، والطبقة المادية. خمسٌ من تلك الطبقات لها تقريبا نفس وظائف الطبقات المذكورة في بروتوكولات الانترنت. اما بالنسبة لطبقة التقديم فيتلخص دورها في توفير الخدمات التي تعطي القدرة للتطبيقات المختلفة على استيعاب البيانات المختلفة التي يتم تبادلها عبر الاتصال. تحتوي تلك الخدمات ضغط وتشفير البيانات. أما بالنسبة لطبقة الجلسة مسؤولة على عملية تبادل البيانات وتحقيق التزامن.**[32]**

2.4.5.1 نموذج TCP/IP

نموذجTCP/IP ، حيث تقسم البروتوكولات عمومًا إلى أربع طبقات: طبقة الوصول إلى الشبكة ، الشبكة، والنقل ، وطبقة التطبيقات ، على الترتيب من المستويات الأدنى إلى المستويات العليا. **[25]**



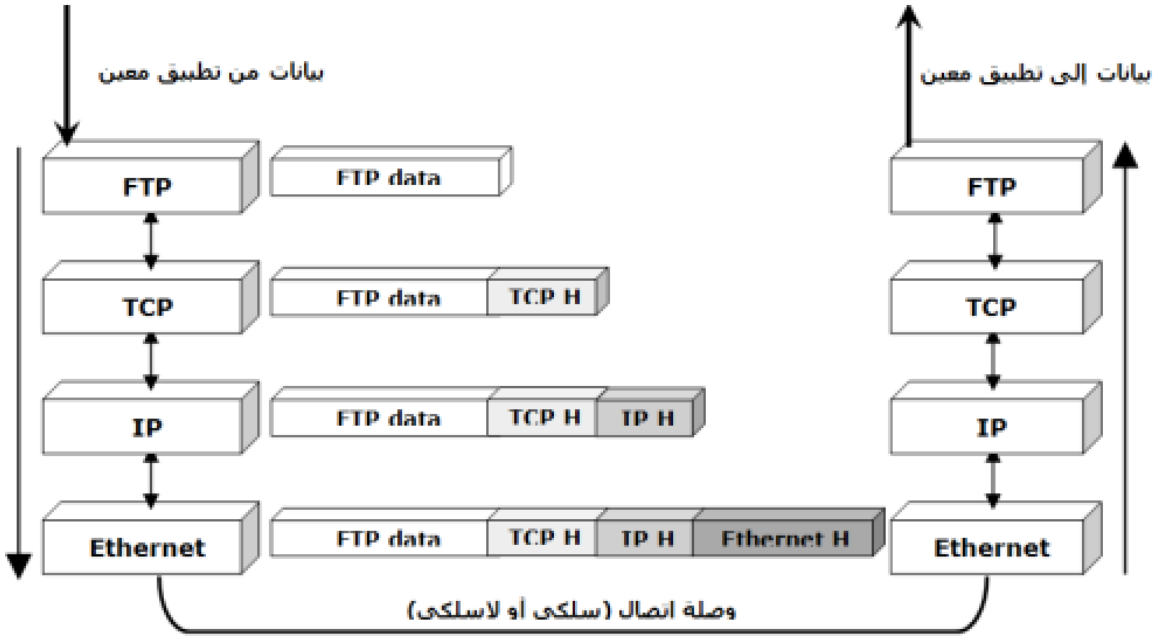
الشكل 1-14 طبقات نموذج TCP/IP [25]

تتم عملية التغليف لوصف آليّة العمل المُشتركة للبروتوكولات مع بعضها البعض، وغالباً ما يرتبط هذا المفهوم بفكرة تجزئة حزمة البروتوكولات إلى عددٍ من الطبقات وذلك حسب الوظيفة. عمومًا، يقوم تطبيق معين يتواجد في أعلى مستوى من النموذج، باستعمال عدد من البروتوكولات لإرسال بياناته عبر الشبكة مروراً بالطبقات الأدنى، حيث تقوم كل منها بتغليف البيانات بمّا يتناسب مع البروتوكول المُستعمل في تلك الطبقة.

بالنسبة لطبقات النمُوذج المُتموضعة بالقرب من القمة تكون تمتلك وظائف ترتبط بالتطبيقات، أمّا بالنسبة للطبقات القريبة من أسفل النمُوذج فاهتمامها ينصب على كيفية إرسال البيانات عبر وسط النقل في الشبكة .

لا تطرح المعايير والوثائق الخاصّة بالحزمة بُنية مُحددة بشكلٍ صارمٍ للنموذج، وهذا ما يجعلُه مُلائماً لشرح آليّة عمل البروتوكولات في العالم الواقعيّ، على عكس نموذج الاتصال المعياريّ(OSI) ، الذي يُعرّف الطبقات ضمن قالبٍ جامد. **[33]**

كل طبقة مسؤولة عن إضافة ما يخصها من الأعباء الإضافية إلى الرسالة الصادرة وذلك عند الإرسال . يتم اضافة هذه الأجزاء من الحمل عادةً في بداية الرسالة ، ولذلك تم تسميتها برأس الرسالة .الرؤوس التي تلحقها كل طبقة بالرسالة، وذلك انطلاقا من الطبقات العليا وصولاً إلى الطبقات السفلى، هي في الواقع تمثل بروتوكولات تلك الطبقات؛ وهكذا عند انطلاق الرسالة في الوصلة، فإن الطبقات المنطقية التي تحدثنا عنها سابقاً هي في الواقع متجسدة في أجزاء الرسالة التي تمثل العبء الإضافي، وكل جزء من هذا العبء هو عبارة عن رأس تم إلحاقه من قبل طبقة محددة. ترتيب الرؤوس في الرسالة يحدد ترتيب الطبقات التي أضافت هذه الرؤوس، وبعد ذلك يتم فصله من قبل الطبقات النظيرة على الطرف الآخر، انطلاقاً من الطبقات السفلى حتى تصل الرسالة إلى الطبقات العليا في هذا الطرف. عندما يتم استخراج كل طبقة في الطرف المستقبل ما يخصها من رأس، فإنها تستعمل معلومات البروتوكول التي يحتويها من أجل أداء مهامها. وذلك لان كل طبقة تضيف رأس البروتوكول الذي يخصها على التوالي، يبدو الأمر كما لو أنه يتم تغليف البروتوكولات العليا داخل البروتوكولات الأدنى. الشكل التالي يصور هذه الفكرة فيما يتعلق ببروتوكولات TCP/IP، مع بروتوكولات مثال من كل طبقة. **[34]**



الشكل 1-15 رؤوس البروتوكولات، مع مثال على اتصال TCP/IP بين تطبيقين يستخدمان بروتوكول FTP لتبادل البيانات. [34]

خاتمة:

توجد للشبكة أنواع وخصائص وذلك على حسب التغطية التي نريد العمل عليها، فنجد الشبكة الشخصية PAN والشبكات المحلية LAN والشبكات الإقليمية MAN والشبكات الواسعة WAN، ويعتمد اختيار أي شبكة على المدى والتغطية الجغرافية التي نريدها.

تعتمد الشبكة على بنية من الطبقات، وتختلف هذه البنية من نموذج شبكي إلى آخر، وكل طبقة مسؤولة على وظيفة معينة. على سبيل المثال: لو أردنا التحكم في آلية وزمن النقل يجب التعامل مع البروتوكولات الموجودة على مستوى طبقة النقل.

الفصل 2 :
بروتوكولات النقل المتاحة للشبكة

مقدمة

كما نعلم أن ربط الاتصال بين جهازين يعتمد على الاتفاق بين الطرفين، يسمى هذا الاتفاق بالبروتوكول، خلال هذا الفصل سنتطرق إلى تطبيقات الشبكة، وكذلك المقابس التي تكون على مستوى واجهات الأجهزة وتحديدا على مستوى واجهات التطبيقات الشبكية،. وكذلك الغوص اكثر في طبقة النقل والتعرف على بروتوكولاتها المستعملة لنقل البيانات بين المقابس، والبحث عن مميزات وخصائص كل بروتوكول منها.

1.2 تطبيقات الشبكة

عندما نتحدث عن تطوير تطبيقات للشبكة نتحدث عن كتابة البرامج التي تطبق على الأنظمة الطرفية المختلفة وتتصل فيما بينها عبر الشبكة، مثلا في نظام مشاركة للملفات بالنسبة للنظائر يوجد برنامج في كل محطة في المجموعة المشاركة للملفات، وفي هذه الحالة قد تكون البرامج في المحطات المختلفة متشابهة أو متطابقة.

وهكذا فعند تطوير التطبيق الجديد، سنحتاج الى كتابة البرامج التي سيتم تنفيذها على أنظمة طرفية متعددة، ويكون كتابة هذه البرامج على سبيل المثال بلغة C أو C++ أو جافا.

2.2 البنية المعمارية لتطبيقات الشبكة

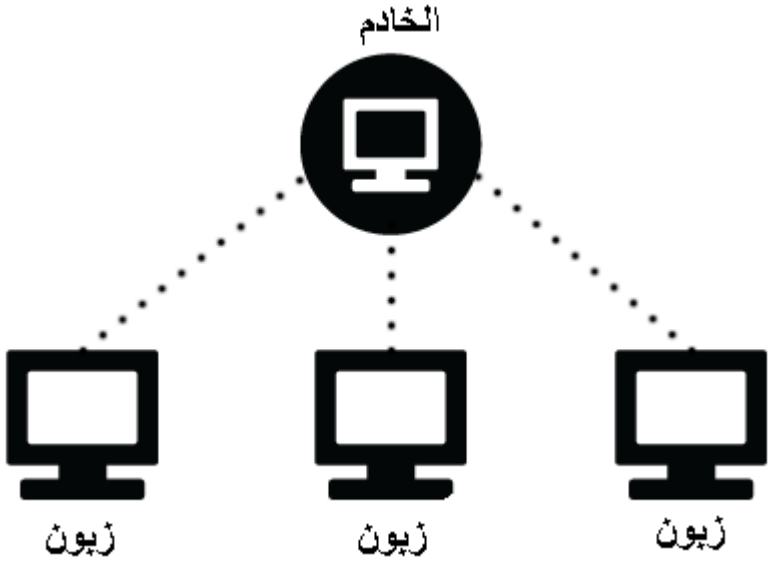
من حيث منظور مطوّر التطبيقات تعتبر بنية الشبكة ثابتة، وتستعمل لتوفير مجموعة معينة من الخدمات للتطبيقات، يتم تصميم بنية التطبيق بواسطة المطوّر والذي يحدد طريقة هيكلة التطبيق على الأنظمة الطرفية المختلفة. عند تحديد بنية التطبيق المعمارية، سيختار مطور التطبيقات على الأرجح أحد النموذجين المشهورين والمُستعملين في تطبيقات الشبكة الحديثة: بنية زبون/خادم (client/server) أو بنية النظائر (peer to peer). **[35]**

شبكة زبون/خادم

شبكات الزبون / الخادم والتي تدعى أيضا شبكة قائمة على مخدم، هذه الشبكات تكون قائمة على خادم يتم تخصيصه ويكون عمله فقط كخادم ولا يعمل كزبون، عندما يصبح عدد الأجهزة في شبكات الزبون/الخادم كبير يكون من المحتمل إضافة خادم آخر أي أن شبكات الزبون/خادم قد تتشكل من أكثر من خادم واحد عند الضرورة، ولكن هذه الخادمات لا تعمل أبدًا كزبائن هنا نجد انها تتوزع المهام على الخادمات المتوفرة مما يزيد من كفاءة الشبكة. الخادم قد يكون جهاز حاسوب شخصي، او جهاز لوحي ذكي، أو هاتف ذكي، بحيث يجب على كل منهم أن يحتوي على مساحة تخزين كبيرة ومعالج قوي وذاكرة وفيرة، كما أنه من الممكن أن يكون جهاز مصنوع خصيصا ليكون مخدم شبكات وتكون له مواصفات خاصة. وتتمثل مميزات شبكة زبون/خادم: **[36]**

- النسخ الاحتياطي للبيانات.
- حماية البيانات من التلف او الفقدان.
- تدعم مئات المستخدمين.
- عدم الحاجة لجعل أجهزة الزبائن قوية وبالتالي من الممكن أن تكون أجهزة رخيصة بمواصفات متواضعة.
- في هذا النوع من الشبكات تكون موارد الشبكة متمركزة في جهاز واحد هو الخادم مما يجعل الوصول إلى المعلومة أو المورد المطلوب أسهل بكثير، كما يسهل إدارة البيانات و التحكم فيها بشكل أفضل.

يعتبر أمن الشبكة (Security) من أهم الأسباب إستخدام شبكات الزبون/الخادم نظرًا للدّرَجَة العالية من الحماية التي يوفرها الخادم، يقوم مدير الشبكة (Administrator) إصدار أذونات للمستخدمين للإستفادة من موارد الشبكة التي يحتاجونها فقط.



الشكل 2-1 هندسة الشبكة زبون/ خادم [37]

شبكة النظائر

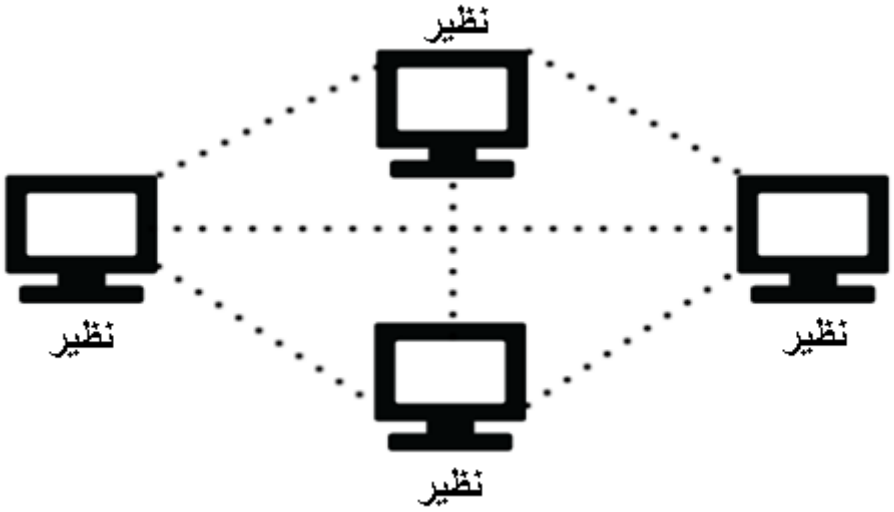
هي استطاعة الاجهزة في الشبكة على تأدية وظائف الزبون و الخادم في نفس الوقت، و بالتالي فإن كل جهاز على الشبكة يستطيع تزويد غيره بالمعلومات و في نفس الوقت يطلب المعلومات من غيره من الأجهزة المتصلة بالشبكة.

إذن هي شبكة محلية LAN مكونة تكون أجهزة المستخدمين لها حقوق متساوية بحيث انها لا تحتوي على خادم (Server) بحيث كل جهاز في الشبكة ممكن أن يكون خادما أو زبون. يمكن هذا العمل بأنه مجموعة من الأجهزة التي تتعاون فيما بينها لإنجاز عمل معين. وهي غالبًا تتكون من عدد قليل من الأجهزة لا يتجاوز العشرة. يستطيع أعضاء مجموعة العمل رؤية البيانات و الموارد المخزنة على أي من الأجهزة التابعة للشبكة والاستفادة منها. نشاهد هذا النوع من الشبكات في مكاتب التدريب على استخدام الحاسوب مثالً. وتتمثل مميزات هذه الشبكة:

- محدودة التكلفة.
- لا تحتاج إلى برامج إضافية على نظام التشغيل.
- لا تحتاج إلى أجهزة قوية لأن مهام إدارة موارد الشبكة موزعة على أجهزة الشبكة و ليست موكلة إلى جهاز مخدم بعينه.

- إنشاء الشبكة و إعدادها في غاية السهولة.

أما العيب الاساسي لهذا النوع من الشبكات هو أنها غير مناسبة للشبكات الكبيرة. **[35]**



الشكل 2-2 هندسة شبكة النظائر p2p [37]

3.2 العمليات المتصلة فيما بينها

قبل الشروع في بناء تطبيق للشبكة يجب ان نفهم كيفية اتصال البرامج والتي تعمل في أنظمة طرفية متعددة مع بعضها البعض. في حقيقة الامر ليست البرامج هي المسؤولة عن الاتصال فيما بينها ولكنها العمليات (processes). بواسطة الاتصال البيني للعمليات تتم عملية الاتصال على مستوى نفس النظام الطرفي . اما اذا كان اتصال العمليات على نظامين مختلفين يتم ذلك بينها بتبادل الرسائل عبر شبكة الحاسب.

يتكون تطبيق الشبكة من أزواج من العمليات التي تتبادل الرسائل فيما بينها عبر الشبكة، والملاحظ انه في بعض التطبيقات كمشاركة النظائر للملفات، من الممكن ان تتم عملية ما بدور الزبون والخادم في نفس الوقت. ففي أي جلسة اتصال بين زوج من العمليات، يكون بوسعنا دائما اعتبار إحدى العمليتين "زبون" والعملية الأخرى "خادم". **[38]**

4.2 الواجهة بين العملية والشبكة

أي رسالة صادرة من عملية إلى عملية أخرى تقوم بالمرور عبر الشبكة التحتية، ترسل العملية الرسائل إلى الشبكة، وتتلقى الرسائل منها، وذلك اعتمادا على واجهة يطلق عليها مقبس (socket). ويمكننا القول عن المقبس (socket) هو الواجهة بين التطبيق وبروتوكول طبقة النقل.

إن مقبس الاتصال هو الواجهة بين طبقة التطبيقات وطبقة النقل. كما توجد تسمية أخرى للمقبس وهي واجهة برمجة التطبيقات(API) بين التطبيق والشبكة، بحيث إن المقبس هو عبارة عن واجهة البرمجة التي من خلالها بناء تطبيقات الشبكة. وبما ان مطور التطبيقات يمتلك سيطرة كاملة على طبقة التطبيق من المقبس، اذن تبقى له الا القليل مما يمكنه عمله على جانب طبقة النقل من المقبس. ويتمثل في: (1) اختيار نوع بروتوكول النقل، (2) القدرة على تحديد قيمة بضعة متغيرات لطبقة النقل، كالسعة القصوى لذاكرة التخزين المؤقت (buffer) والحجم الأقصى للقِطع. **[39]**

5.2 خدمات النقل المتاحة للتطبيقات

على جانب الإرسال يدفع التطبيق الرسائل نحو المقابس، وعلى الجهة الأخرى للمقبس بروتوكول طبقة النقل مسؤول على توصيل البيانات الى مقبس جهة الاستقبال.

تقوم الشبكات بتوفير أكثر من بروتوكول لطبقة النقل، وعندما يتم تطوير تطبيقًا ما، يجب اختيار أحد بروتوكولات طبقة النقل والذي يقدم خدمات أكثر ملاءمة لاحتياجات تطبيقنا. هذا يشبه اختيار وسيلة نقل للسفر بين مدينتين، كل وسيلة توفر خدمات مختلفة عن الأخرى.

يمكن بشكل عام تصنيف متطلبات الخدمة لتطبيق ما على أربعة محاور: النقل الموثوق للبيانات، والطاقة الإنتاجية، والتوقيت، والأمن.

النقل الموثوق للبيانات

من الممكن أن تفقد رزم البيانات في شبكة الحاسب. وذلك لعدد من الاسباب مثل امتلاء ذاكرة المخزن المؤقت في الموجّه. وفي العديد من التطبيقات أثر هذا الفقدان على النتائج ويجعلها كارثية.. إحدى الخدمات المهمة التي يعمل عليها بروتوكول طبقة النقل لتطبيق معين، هي النقل الموثوق للبيانات بين عملية وأخرى. وعند توفير بروتوكول النقل لهذه الخدمة، عندها يتبقى على العملية المُرسِلة سوى تمرير بياناتها إلى المقبس مع ثقة تامة في أن تلك البيانات ستصل كاملة وسليمة بدون أخطاء إلى العملية المُستقبلة.

توجد بروتوكول طبقة النقل لا توفر نقلاً موثوقاً للبيانات، في هذه الحالة من الممكن ألا تصل البيانات المُرسلة إلى العملية المستقبلة، و قد يكون هذا الامر مقبولاً لدى التطبيقات التي تتسامح بعض الشيء مع فقدان البيانات، وعلى سبيل المثال تطبيقات الوسائل المتعددة كالصوت والفيديو الفوري. **[40]**

الطاقة الإنتاجية

عند جلسة اتصال بين عمليتين في الشبكة، الطاقة الإنتاجية هي معدل توصيل البيانات إلى عملية المستقبل، يضمن بروتوكول طبقة النقل طاقة إنتاجية محددة، و بموجب هذه الخدمة يمكن ان يطلب التطبيق ضمان طاقة إنتاجية معينة، وعندئذ يضمن بروتوكول طبقة النقل هذه الطاقة. إن توفير مثل هذه الخدمة تروق للعديد من التطبيقات.

التوقيت(Timing)

من اهم ضمانات بروتوكولات طبقة النقل هو التوقيت. فإن ضمانات التوقيت يمكن أن تأخذ العديد من الأشكال والصور. على سبيل المثال قد يشمل ذلك ضمان أن كل بت يتم ارسالها تصل إلى مقبس المستقبل خلال زمن لا يتعدى 100 ميللي ثانيةً ، وهي خدمة ممتازة للتطبيقات الفورية التفاعلية كهاتف الإنترنت و المؤتمرات عن بعد، وجميعها تضع قيودا صارمة على توقيت المستغرق في نقل رزم البيانات للحصول على تطبيق فعّال.

الأمن(Security)

يمكن أن يزوّد بروتوكول النقل لتطبيق معين بخدمات خاصة بالأمن. مثلا في مضيف الإرسال يمكن أن يُشفّر بروتوكول النقل كل البيانات الصادرة من العملية المُرسِلة. وفي المقابل وعلى مضيف الاستقبال يقوم بروتوكول بالعملية العكسية واسترجاع البيانات في صورتها الطبيعية لدى المستقبل. بواسطة هذه الخدمة يتم توفير السرية وضمان والسليم للبيانات.

6.2 خدمات النقل المتوفرة على الشبكة

توفر شبكات TCP/IP للتطبيقات بروتوكولي نقل لاستخدام التطبيقات، وهما: بروتوكول وحدة بيانات المُستخدِم(UDP) وبروتوكول التحكم في الارسال(TCP). **[41]**

خدمات بروتوكول TCP

يعمل نموذج خدمة بروتوكول TCP على توفير خدمة نقل توصيلية وخدمة نقل موثوقة للبيانات. عندما يتم استدعاء لبروتوكول النقل TCP من طرف تطبيق معين، فإنه يستفيد من كلٍّ من هاتين الخدمتين.

- خدمة النقل التوصيلية: يتحاور كل من الزبون والخادم بخصوص معلومات التحكم قبل أن تبدأ رسائل التطبيق بالتدفق ويطلق على هذه العملية بالمصافحة بين الطرفين يتم خلالها استعداد الطرفين لتدفق رزم البيانات. بعد اتمام مرحلة المصافحة تصبح توصيلة TCP قائمة بين مقابس العمليتين على مستوى المحطتين. وتكون هذه التوصيلة مزدوجة الاتجاه مما يمكن كلا العمليتين من تبادل الرسائل في نفس الوقت وعلى نفس التوصيلة. بعد انتهاء التطبيق من إرسال الرسائل يقوم بإغلاق التوصيلة.
- خدمة النقل الموثوق للبيانات: تعتمد العمليات المتصلة على بروتوكول التحكم في الإرسال TCP وذلك لضمان تسليم كل البيانات التي أرسلت بدون خطأ أو تكرار وتكون مرتبة. وعند ارسال أحد طرفي التطبيق حزمة من البايتات إلى مقبس اتصال، يعتمد على بروتوكول TCP لتسليم نفس حزمة البايتات إلى مقبس المستقبل بدون فقدان او تكرار.

يحتوي بروتوكول TCP كذلك آلية التحكم في الازدحام في الشبكة. تقوم هذه الآلية بالحد من معدل إرسال البيانات من عملية الإرسال وذلك حينما تكون الشبكة مزدحمة بين المُرسِل و المُستقبل. ولكن خَنْق معدل الإرسال يكون له تأثير ضار جدًا على التطبيقات الفورية(real-time application) كإرسال الصوت والفيديو، بينما هذه التطبيقات الفورية متسامحة في فقد الرزم، ومن هنا فهي ليست بحاجة إلى خدمة نقل موثوق. ولهذه يقوم مطوّري التطبيقات الفورية باستخدام بروتوكول UDP بدلاً من TCP . **[41]**

خدمات بروتوكول UDP

يعتبر بروتوكول UDP بروتوكول لا توصيلي، فهو لا يتضمن إجراء مصافحة قبل الاتصال الأول المتبادل بين عمليتي التطبيق. و يوفر هذا البروتوكول خدمة غير موثوقة لنقل البيانات، فهو لا يعطي أي ضمان لأن تصل الرسالة إلى عملية المستقبل وربما تصل بترتيب مختلف. وأيضا هو لا يتضمن أية آلية للتحكم في الازدحام في الشبكة، اذن يمكن لمحطة الارسال بث البيانات إلى مقبس UDP بأي معدل تختاره، لكن ربما تكون الطاقة الإنتاجية اقل من هذا المعدل لعدم توفر بعض الآليات مثل التحكم في الازدحام. ولأن التطبيقات الفورية في غالب الاحيان ما تسمح ببعض الفقد في البيانات، يختار مطوّرو التطبيقات الفورية تشغيل تطبيقاتهم على UDP. **[41]**

7.2 بروتوكول النقل اللاتوصيلي UDP

يقوم هذا البروتوكول بالحد الأدنى من المطلوب منه كبروتوكول نقل. باستثناء عمليتي التجميع والتوزيع وبعض العمل الخفيف لاكتشاف الأخطاء، لا يضيف UDP شيئًا إلى بروتوكول IP. يأخذ UDP البيانات من عملية التطبيق، ويقوم بإضافة حقلين لرقم منفذ المصدر ورقم منفذ الوجهة وكذلك حقلين صغيرين آخرين، ويرفع القطعة الناتجة إلى طبقة الشبكة. تقوم طبقة الشبكة بتغليف قطعة طبقة النقل لنتحصل على وحدة بياناتIP، بعد ذلك تقوم الطبقة بتوصيل القطعة إلى مضيف الاستقبال. بعد ذلك يستعملUDP رقم منفذ الوجهة لتوصيل بيانات القطعة إلى عملية التطبيق. نلاحظ انه مع بروتوكول UDP لا توجد

إجراءات مصافحة بين مكونات طبقتي النقل المُرسَلة والمُستقبِلة قبل إرسال القطعة. ولهذا السبب بروتوكول UDP غير توصيلي. **[42]**

بروتوكول DNS يعتبر مثالاً لبروتوكولات طبقة التطبيقات التي تستخدم UDP غالبًا. فعندما يريد DNS في مضيف إنشاء استفسار، فإنه ينشئ إشارة استفسار ويدفع بها إلى UDP. ويدفع UDP بالقطعة الناتجة إلى طبقة الشبكة وذلك بدون أي إجراءات مصافحة. بعد تغليف وحدة البيانات من طرف طبقة الشبكة تتكوّن وحدة بيانات طبقة الشبكة(datagram) ثم ترسل إلى خادم أسماء النطاقات.

العديد من التطبيقات يلائمها بروتوكول UDP أكثر للأسباب التالية:**[42]**

- دقة التحكم من قبل التطبيق في البيانات التي يتم ارسالها وتوقيت الارسال تبعًا لبروتوكول UDP. فعندما تمرر عملية التطبيق البيانات إلى UDP، يقوم البروتوكول بوضع البيانات داخل قطعة UDP ويقوم بدفعها فورًا على طبقة الشبكة. وعلى العكس تماما بخصوص بروتوكول TCP، بحيث انه يتضمن آلية للتحكم في الازدحام تعرقل مُرسل طبقة النقل وذلك عندما يحدث ازدحام على مستو الوصلات. يستمر بروتوكول TCP على إعادة إرسال قطعة البيانات إلى أن يصله إشعار إستلام من الوجهة بوصول القطعة. التطبيقات الفورية دائما ما تتطلب ضمان معدل أدنى لإرسال البيانات، وهي لا تحبذ تأخير إرسال قطع البيانات، حيث يمكنها أن تتحمل القليل من الفقد في البيانات، لذا فإن نموذج بروتوكول TCP لا يتوافق مع حاجة تلك التطبيقات بشكل جيد، ويمكن لهذه التطبيقات استخدام بروتوكولUDP .
- عدم الحاجة لإنشاء توصيلة: ينطلق بروتوكول UDP في نقل البيانات فورًا بدون تمهيدات رسمية، ولذا فإن بروتوكول UDP ليس لديه أي تأخير لإنشاء توصيلة. ربما هذا هو السبب الذي يجعل DNS يستخدم بروتوكول UDP.
- عدم الاكتراث بحالة التوصيلة: لا يحتفظ UDP بحالة توصيلية ولا المتغيرات في التحكم بالازدحام، لهذا نجد ان خادمًا خاص لتطبيق معين يمكنه عادةً دعم عدد كبير من الزبائن عندما يستخدم التطبيق البروتوكولUDP بدلاً من TCP .

- تقليل الأعباء الإضافية بسبب ترويسة قطعة البيانات: لكل قطعة بيانات في بروتوكول TCP ترويسة تتكون من 20 بايت، في حين أن العبء الإضافي في حالة بروتوكول UDP يقتصر على 8 بايتات فقط.

نذكر كذلك أنه يمكن لتطبيق ما تحقيق نقل موثوق للبيانات مع استعمال بروتوكولUDP، وذلك ببناء تلك الموثوقية في التطبيق نفسه، مثلا: بإضافة إشعارات الاستلام وآليات إعادة الإرسال، غير أن هذه مهمّة ليست سهلة، ويمكنها أن تشغل مطور التطبيقات بتنقيح وتصحيح برامجه لفترة طويلة.

1.7.2 صيغة قطعة بيانات UDP

تتموضع بيانات التطبيق على حقل البيانات في قطعة UDP. مثلا يتضمن حقل البيانات إما رسالة استفسار أو رسالة رد في حالةDNS . أما في حالة تطبيق صوتي تحتل المادة الصوتية حقل البيانات. تتكون ترويسةUDP من أربعة حقول، يحتوي كل منها 2 بايت. تسمح أرقام المنافذ لمضيف الوجهة بتمرير بيانات التطبيق إلى العملية الملائمة التي يجري تنفيذها على النظام الطرفي للوجهة وذلك لأداء وظيفة التوزيع. يستخدم مضيف الاستقبال حقل "المجموع التدقيقي" وذلك لاكتشاف ما إذا كانت هناك أخطاء قد حصلت على القطعة أثناء انتقالها من مضيف المصدر. وفي الواقع يحسب المجموع التدقيقي أيضا على عدة حقول في ترويسةIP بالإضافة إلى قطعة UDP . **[42]**

الشكل 2-3 صيغة قطعة بيانات UDP [42]

8.2 بروتوكول النقل التوصيلي TCP

يعتمد بروتوكول TCP على مجموعة من المبادئ الأساسية، بما في ذلك اكتشاف الأخطاء، وإعادة الإرسال، إشعارات الاستلام التراكمية، والموقّتات، وحقول ترويسة الرزمة الخاصة بالأرقام التسلسلية للرزم وأرقام إشعارات الاستلام.

1.8.2 توصيلة بروتوكول TCP

تتمثل هذه التوصيلة في انه قبل بداية إرسال البيانات من طرف عملية التطبيق إلى عملية أخرى يجب اجراء ""مصافحة" بين العمليات. يتم خلال هذه المصافحة تبادل بتات تمهيدية لتحديد القيم الأولية للمتغيرات الخاصة بنقل البيانات بينهما والمتعلقة بتوصيلة البروتوكول.

للعلم فان توصيلة TCP تقوم بتوفير خدمة اتصال ازدواجية الاتجاه(full-duplex)، فعند تطبيق توصيلة TCP بين العمليةA على محطة معينة والعملية B على محطة اخرى،

فإن بيانات طبقة التطبيقات يكون بمقدورها التدفق من العملية A إلى العمليةB في نفس الوقت الذي تتدفق فيه بيانات طبقة التطبيقات من عملية B إلى العمليةA. **[43]**

2.8.2 صيغة قطعة بيانات TCP

تتكون قطعة TCP من حقل بيانات و حقول ترويسة يحتوي حقل البيانات على كتلة بيانات التطبيق المُرسل. عندما يقوم بروتوكول TCP بإرسال ملفًا كبيرًا، يتم تجزئة الملف إلى كتل. في اغلب الاحيان يكون حجم حقل البيانات في قطعة TCP بايت واحد فقط. و ترويسة قطعة TCP تتكون عادةً من 20 بايت (أطول من ترويسة قطعة UDP ب12 بايت). **[44]**

الشكل 2-4 صيغة قطعة بيانات بروتوكولTCP [44]

يبين الشكل صيغة قطعة بيانات بروتوكولTCP، كما هو الحال في بروتوكول UDP تتكون ترويسة القطعة من حقول لرقم منفذ المصدر ورقم منفذ الوجهة، والتي تستخدم في جميع البيانات من تطبيقات الطبقة الأعلى وتوزيعها عليها. كما في UDP تتضمن الترويسة أيضًا حقل المجموع التدقيقي، وعلاوة على ذلك تتضمن ترويسة قطعة بيانات TCP الحقول الإضافية التالية:

- حقل الرقم التسلسلي للقطعة طوله32 بت، وحقل رقم إشعار الاستلام طوله32 بت، والتي يستعملها مُرسِل ومُستقبل TCP وذلك ليقوم بتوفير خدمة نقل موثوق للبيانات.
- حقل نافذة المُستقبِل طوله 16بت ويتم استخدامه في ضبط التدفق.
- حقل طول الترويسة بطول4 بتات ويعمل على تحديد طول ترويسة قطعة بيانات TCP . ويمكن أن يكون طول ترويسة TCP متغيرًا بسبب وجود حقل خيارات TCP. واغلب الاحيان ما يكون حقل الخيارات غير مستخدم، وفي هذه الحالة يكون طول ترويسة TCP هو 20 بت.
- حقل الخيارات الاختياري، وهو حقل متغير الطول يُستعمل كمعامل تكبير لمقاس النافذة للاستخدام مع الشبكات ذات السرعة العالية.
- حقل الإعلام ويحتوي 6 بتات. بت(ACK) يستعمل للإشارة إلى أن القطعة قد وصلت بنجاح. البتات RST وSYN وFIN تُستعمل لبدء و إنهاء توصيلة TCP. البت PSH عند اختيار القيمة 1 يعلم المُستقبل ان عليه تمرير البيانات الواصلة إلى الطبقة الأعلى. البت URG يُستخدم للإشارة عن وجود بيانات مستعجلة. **[44]**

الخاتمة

يعتمد نقل البيانات بين التطبيقات الشبكية أو بين الأجهزة داخل الشبكة على بروتوكولات خاصة بالنقل، وتكون على مستوى طبقة النقل من بنية الشبكة. ويعتبر كل من البروتوكول UDP (بروتوكول وحدة بيانات المستخدم) و بروتوكول TCP (بروتوكول التحكم في الارسال) من ابرز البروتوكولات المستعملة في النقل، بحيث البروتوكول الأول سريع في نقل البيانات و لا يمكن ضمان وصول المعلومة بواسطته، اما البروتوكول الثاني فهو يضمن وصول المعلومة في الوقت المحدد ولكن يتطلب ذلك تأخر زمني ملحوظ.

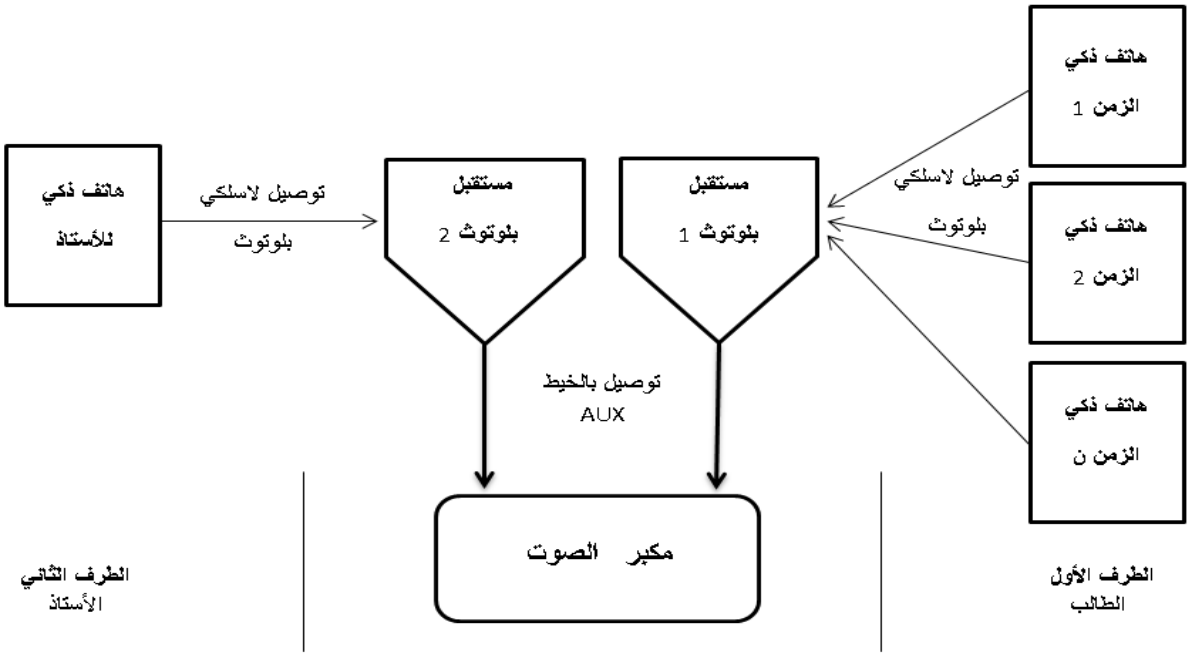
الفصل 3 : تطوير التطبيق

1.3 مقدمة

خلال العام الماضي تم إنجاز نظام تواصل بين الأستاذ والطالب يعتمد على تطبيق اندرويد وباستعمال تقنية البلوتوث، بعد تثبيت التطبيق على الهاتف الذكي نحتاج الى مستقبلات بلوتوث بعدد المستخدمين او اللجوء الى الاستخدام بالتناوب ،على سبيل المثال لأنشاء اتصال ثنائي بين الأستاذ والطالب يجب استعمال اثنان من مستقبلات البلوتوث. سنقوم نحن بمواصلة تطوير هذا النظام وذلك على مستوى التطبيق، وهذا بغية التحسين في الأداء وجعل النظام عملي اكثر.

1.1.3 هندسة الإصدار السابق

يتمثل مبدأ عمل هذا الإصدار كمرحلة أولى على انشاء مدخل للصوت كميكروفون مبرمج بلغة الجافا، ويتم ربط هذا الأخير بمقبس بلوتوث. المرحلة الثانية تتم بربط اتصال بلوتوث بين الهاتف الذكي و مستقبل البلوتوث الخاص بمكبر الصوت. عند الجمع بين المرحلتين الأولى والثانية نكون قد تحصلنا على نظام لنقل الصوت من الميكروفون الخاص بالهاتف الذكي للطالب أو الأستاذ إلى مكبر الصوت الخاص بالمدرج.



الشكل 3-1 هندس النظام في الاصدار السابق

2.1.3 إيجابيات الإصدار السابق

بما أن النظام يعتمد على الهواتف الذكية الشخصية وكذلك مستقبل البلوتوث منخفض الثمن يتراوح بين(150دج الى200دج)، فيمكن تلخيص إيجابيات النظام في هذه النقاط:

- تقريبا هو نظام غير مكلف
- سهل الاستعمال
- نظام متوفر في أي وقت ولدى الجميع
- يعوض الأنظمة التقليدية ويختصر التكاليف والتعقيدات.

3.1.3 سلبيات الإصدار السابق

اعتماد النظام على تقنية البلوتوث جعله يظهر بمجموعة من العيوب والنقائص. وذلك من حيث الأداء ومن حيث التحكم والأمان.

- فمن حيث الأداء: لاحظنا وجود تأخر في زمن انتقال المعلومة من ميكروفون الهاتف الذكي الى مكبر الصوت الخاص بالمدرج، وهذا التأخر بمقدار ثانيتين تقريبا، بحيث انه ملاحظ ويشكل عيب على الأداء. وهنا نفسر ذلك بأن تقنية البلوتوث تفتقر إلى السرعة الكافية لنقل البيانات وتأثر على الاقتراب نحو الزمن الحقيقي في البث المباشر. كذلك عدد مستخدمي التقنية في نفس الوقت محصور وقليل جدا (من1الى7) ولاستغلال الحد الأقصى يجعل من النظام مكلف. فالمدى الترددي ونوع عملية التضمين المستعملة في تقنية البلوتوث وكذا البروتوكولات الخاصة به تجعل منه غير مناسب للعمل به في الزمن الحقيقي وفي مثل هذه الأنظمة.

  كذلك هذا النظام حساس جدا للتشويش، وهذا راجع إلى البرمجة المستعملة في التطبيق والتي تتيح استعمال ميكروفون ومكبر الصوت الخارجي للهاتف.
- كذلك من حيث التحكم والأمان: لاحظنا أن أي شخص يمتلك هاتف ذكي ويكون قريب من مستقبل البلوتوث يستطيع ان يتصل وأن يستعمل مكبر الصوت بدون اخذ

الاذن من المسؤول او من الأستاذ، يكفي بأن يكون سباقا في الاتصال بمستقبل البلوتوث. وهذا راجع الى ان بواسطة تقنية البلوتوث لا تستطيع انشاء شبكة محمية بتشفيرات و تعريفات وكذلك لا يمكن انشاء شبكة محلية و التحكم بواسطة مستخدم مسؤول على مستخدمين زبائن لتقنية.

2.3 الهدف من تطوير التطبيق

الهدف الأساسي من تطوير التطبيق هو جعل النظام يتسع لشريحة كبيرة من المستعملين والتحكم بهم في شبكة محلية آمنة، وجعل نقل الصوت اقرب إلى الزمن الحقيقي. بعبارة أخرى نطمح إلى ان يكون النظام عملي أكثر يتميز بسهولة الاستعمال وقليل التكلفة وعالي الأداء.

3.3 الخيارات التقنية المتاحة

بعدما قمنا بالتعرف على السلبيات والمعوقات الخاصة بالإصدار السابق تعمقنا في الأسباب ودرسنا مجموعة من الخيارات لكي نرتقي بالنظام ونزيد من فعاليته و كفاءته. وجدنا انفسنا امام مجموعة من التقنيات والبروتوكولات وقمنا باختيار ما يقربنا اكثر إلى هدفنا الأساسي وهو جعل النظام عملي أكثر.

القرار المتخذ بخصوص بيئة نظام التشغيل:

بعد التعرف على خصائص ومميزات كل نظام تشغيل، وعند البحث عن احصائيات أنظمة التشغيل المستعملة محليا، وجدنا ان الأغلبية العظمى من المستخدمين في جامعتنا المحلية يمتلكون هواتف تستعمل أنظمة اندرويد. وبذلك قررنا استعمال نظام الأندرويد كبيئة لتشغيل تطبيقنا. وبهذا الخصوص سيكون تطوير التطبيق على البرنامج Android Studio.

القرار المتخذ بخصوص لغة البرمجة:

اللغات المسموح استعمالهم لتطوير تطبيقات الأندرويد على Android Studio هما لغة الجافاjava و كوتلن Kotlin .

وبعد الدراسة والتطرق الى مميزات كل لغة، وجدنا ان الخصائص التي تتميز بها الجافا فيما يتعلق بقوة اللغة ودقتها، والاهم من هذا توفر مكاتب ومراجع عملاقة في جميع المجالات بلغة الجافا. هذا السبب الذي شجعنا نستعمل الجافا كلغة لتطوير تطبيقنا.

القرار المتخذ بخصوص اختيار تقنية الاتصال اللاسلكي:

خلال البحث وجدنا انفسنا امام خيارين من البث اللاسلكي وذلك لاستعمالها في نقل البيانات وتشكيل شبكة محلية تكون قادرة على تحقيق سرعة عالية واكثر امان، وتتمثل هذه الخيارات في تقنيتي البلوتوث وال واي فايwifi .

أساس للمقارنة	تقنية البلوتوث	تقنية Wi-Fi
عرض النطاق	منخفض	متوسط
سهولة الاستعمال	من السهل جدا الاستخدام والتبديل بين الأجهزة	أكثر تعقيد ويتطلب تكوين الأجهزة والبرامج
النطاق	10 أمتار	100 متر
الأمان	غير آمن نسبيا	آمن
استهلاك الطاقة	منخفض	متوسط
نطاق الترددات	2.4 GHz – 5 GHz	2.4 GHz – 2.483 GHz
المرونة	يدعم عدد صغير من المستخدمين	يدعم عدد كبير من المستخدمين
تقنيات التعديل	GFSK	OFDM, QAM

جدول 1 مقارنة بين تقنية البلوتوث و WiFi [45]

بعد اخذ تجربة مع البلوتوث من طرف زملائنا العام الماضي، ولعدم فعالية هذه التقنية في انشاء اتصال قريب من الزمن الحقيقي، وكذلك لوجود مؤشرات تأكد ان تقنية ال واي فاي افضل بكثير من البلوتوث بخصوص هذا الموضوع، قررنا العمل على تقنية ا لواي فاي وذلك لإنشاء الشبكة المحلية والتحكم بها ولكي يكون الاتصال بين مستخدمي الشبكي عملي اكثر.

القرار الخاص بنوع البروتوكول:

عند البحث عن الطرق والتقنيات المستعملة في النقل المباشر للمعلومات كمكالمات الفيديو و المكالمات الصوتية عبر الانترنت، وجدناها تعتمد على بروتوكولات معينة وذلك وفق معايير واهداف محددة. بحيث ان الرسائل التي هدفها السرعة تتخلى قليلا عن ضمان وصول المعلومة وهذا ما نجده في اغلب البرمجيات الخاصة بمكالمات الفيديو، وكذلك توجد برامج أخرى هدفها نقل المعلومة بأكبر قدر ممكن من ضمان الوصول ولا يهمها اذا وجد تأخر في السرعة وفي زمن الوصول، وهذا ما نجده في برمجيات البريد الالكتروني مثلا.

خلال البحث والتعمق في هذا المجال وجدنا انفسنا امام بروتوكولات يتم تحديدها وفقا للأهداف التي نريدها من البرنامج. ولقد ركزنا في دراستنا على نوعين من البروتوكولات الخاصة بنقل المعلومة. الأول هو بروتوكول UDP (بروتوكول وحدة بيانات المستخدم)، والثاني هو بروتوكولTCP (بروتوكول التحكم في الارسال).

UDP	TCP
غير موثوق: لأنه لا يقيم عمليه المصافحة لذا من الوارد جدا ضياع البيانات .	موثوق: حيت أنه يضمن وصول البيانات بدون أخطاء.
لا يتحكم في تدفق البيانات بل يرسلها مرة واحدة.	يتحكم في تدفق البيانات اي لا يرسل حتى يقول له الجهاز الآخر أن البيانات قد وصلت فأرسل لي المزيد ان وجد.
لا يقوم بترقيم الطرود وإنما يرسلها كما أتته ولهذا من الممكن تداخل البيانات أو وصول بيانات قبل أخرى.	يقوم بترقيم الحزم و يرسلها بالترتيب.
سريع لأنه لا يضيع الوقت في عملية المصافحة او في تصحيح الأخطاء.	بطيء لان عمليات المصافحة و تصحيح الأخطاء تأخذ وقت
يستعمل لتحقيق اتصال قريب من الزمن الحقيقي	يستعمل لتحقيقي اتصال آمن ومضمون

جدول 2 مقارنة بين البروتوكولين UDP و TCP

بما ان التطبيق الخاص بنا من اساسيات نجاحه هو الاتصال السريع، فضمان وصول المعلومة اقل أهمية من السرعة في مثل هكذا مشروع، إذن البروتوكول UDP هو الأنسب لاستعماله والعمل به، وذلك لأنه يمتلك خاصية السرعة.

4.3 الشكل العام للنظام الجديد

يعتمد النظام الجديد على برمجيات ومُعِّدات.

تتمثل البرمجيات في تطبيق يتكون من جزئيين، الطرف الأول عبارة عن خادم Server يستعمله الأستاذ، والطرف الثاني عبارة عن زبون Client يستعمله الطلبة.

تتمثل المُعِّدات في ما يلي:

- أجهزة الهواتف الذكية: وهي الأجهزة الشخصية الخاصة بالطلبة، ويتم تثبيت تطبيق الزبونClient بها.
- جهاز لوحي ذكي: (ويمكن تعويضه بهاتف ذكي) وهو الجهاز الخاص بالأساتذة بحيث ان هذا الجهاز اللوحي يكون جزء من المدرج الذكي، ويتم تثبيت تطبيق الخادم Server به.
- مضخم ومكبرات الصوت: وتكون مزودة بمأخذ AUX، وذلك للربط بين الجهاز اللوحي الذكي و مكبر الصوت بواسطة الناقل Câble AUX .
- راوتر(Modem): وهو المسؤول على توزيع عناوين الشبكة IP Adresse.

الخاتمة

بعد الاعتماد على انشاء شبكة محلية من المعيار IEEE802.11 ، وكذلك الاعتماد على بروتوكول النقل UDP (بروتوكول النقل اللاتوصيلي)، تحصلنا على نتائج إيجابية ، وإضافات عملية للنظام. بحيث انه اصبح بالإمكان إضافة عدد كبير من المستعملين للتقنية وكذلك اصبح بإمكان الأستاذ التحكم بالطلبة الذين يمكنهم استعمال الميكروفون ، وأيضا تمكّنا بواسطة هذه الخيارات التقليل من التأخر الزمني.

خاتمة عامة

خاتمة عامة

بعد البحث المعمق على مستوى مجموعة من التقنيات والبروتوكولات، وذلك بغية التطوير والارتقاء بالنظام التواصلي بين الأستاذ والطلبة والمتمثل في استعمال الهاتف الذكي الشخصي كميكروفون داخل مدرجات التدريس.

كانت الانطلاقة من عمل زملائنا العام الماضي، والمتمثل في نظام يعتمد أساسا على تطبيق اندرويد يتم من خلاله نقل الصوت عبر البلوتوث. كان النظام يعاني من مشاكل على مستوى التأخر الزمني في نقل البيانات وكذلك محدودية المستخدمين للتقنية وكذا التحكم بالعملاء.

توجهنا نحو تطوير النظام وذلك بالاعتماد على شبكة محلية من المعيار IEEE802.11، وذلك بغية استبدال تقنية البلوتوث بالواي فاي، وكذلك لانشاء نموذج شبكي (خادم/زبون)، وهذا ليكون الخادم خاص بالاستاذ والزبون خاص بالطلبة، وعندها يتم التحكم بالمستخدمين من طرف الأستاذ، وأيضا التعامل مع عدد كبير من الزبائن، كل هذا يتم توفيره من خلال هذا النموذج الشبكي.

بعد انجاز النظام الجديد والذي يحتوي على تطبيق به الخصائص والتقنيات المذكورة سابقا، تحصلنا على نظام عملي أكثر، و تم القضاء على المشاكل التي انطلقنا منها. واصبح بين أيدينا نظام يوفر تواصل ذكي بين الأستاذ والطلبة عبر مكبرات الصوت في المدرجات وبواسطة الهواتف الذكية.

ان هذا النظام قابل للتطوير، ونتطلع إلى اشراقة تحتوي على مجموعة من الإضافات العملية والمهمة، نذكر منها: التقييم الذكي، مشاركة شاشة الجهاز اللوحي الخاص بالأستاذ لدى الطلبة، الأرشفة الذكية، تبادل الرسائل. ونسأل الله التوفيق والسداد لمن يريد تطوير و إثراء هذا المشروع.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

[1] مقال على منصة ويكيبيديا، تاريخ الإطلاع: اوت 2020 ، رابط المقال:
https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%87%D8%A7%D8%AA%D9%81_%D8%B0%D9%83%D9%8A

[2] مقال على منصة "مدونة التطبيقات"، تاريخ الإطلاع: اوت2020، رابط المقال:
/https://www.blogofapps.com/ios-system

[3] مقال على منصة "Medium"، تاريخ الإطلاع: اوت2020، رابط المقال:
https://medium.com/@anuradhs/ios-architecture-a2169dad8067

[4] مقال على منصة ويكيبيديا، تاريخ الإطلاع: اوت2020 ، رابط المقال:
https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A3%D9%86%D8%AF%D8%B1%D9%88%D9%8A%D8%AF_(%D9%86%D8%B8%D8%A7%D9%85_(%D8%AA%D8%B4%D8%BA%D9%8A%D9%84

[5] مقال على منصة "Developers"، تاريخ الإطلاع: اوت2020، رابط المقال:
https://developer.android.com/guide/platform

[6] إباء عويشق، الاجازة في تقانة المعلومات، من منشورات الجامعة الافتراضية السورية، الجمهورية العربية السورية، 2018

[7] وليام ستالينجز (wiliam stallings)، الاجازة في بيانات واتصالات الكمبيوتر، من منشورات المنصة الرقمية SlideShare،تاريخ الاطلاع: جوان2020 ، رابط المنصة الالكترونية: https://www.slideshare.net/fakz133/introduction-to-basics-of-data-communications

[8] هنري برادفورد (Henry M. Bradford)، مدينة ويلفيل- كندا، تاريخ الاطلاع: جوان 2020، رابط المقال: https://www.antiquewireless.org/wp-

content/uploads/45-
did_marconi_receive_transatlantic_radio_signals_in_1901.pdf

[9] المنصة الرقمية RFID Centre، تاريخ الاطلاع: جوان 2020 ، رابط المنصة الرقمية:
http://www.rfidc.com/docs/introductiontowireless_standards.htm

[10] محاضرة في الشبكات اللاسلكية، جامعة نيس صوفيا أنتيبوليس- فرنسا، تاريخ الاطلاع: جوان 2020، رابط المنصة الرقمية:
https://fr.slideshare.net/eifore/05c-reseauxsansfil

[11] مقال على منصة Techopedia، تاريخ الاطلاع: جوان 2020، رابط المنصة:
https://www.techopedia.com/definition/8469/multiple-access

[12] مقال على منصة Tutorialspoint، تاريخ الاطلاع: جوان 2020، رابط المنصة:
https://www.tutorialspoint.com/cdma/fdma_technology.htm

[13] مقال للدكتور: جون نوردهوف، على المنصة الرقمية RADIO ACADEMY، تاريخ الاطلاع: 20 جوان2020، رابط المنصة:
https://www.taitradioacademy.com/topic/the-difference-between-fdma-and-tdma-1/

[14] مقال على منصة Tutorialspoint، تاريخ الاطلاع: جوان 2020، رابط المنصة:
https://www.tutorialspoint.com/cdma/tdma_technology.htm

[15] مقال على منصة Tutorialspoint، تاريخ الاطلاع: جوان 2020، رابط المنصة:
https://www.tutorialspoint.com/cdma/cdma_introduction.htm

[16] خلدون خرزم، الاجازة في الشبكات اللاسلكية، من منشورات الجامعة الافتراضية السورية، الجمهورية العربية السورية،2018

[17] أندريه نول باريتو(Andre Noll Barreto) و روبسون فييرا(Robson Vieira) ، مقال على موقع ResearchGate ، جانفي 2010، تاريخ الاطلاع: جوان 2020، رابط المنصة :
https://www.researchgate.net/publication/235945562_Orthogonal_Frequency_Division_Multiple_Access_Fundamentals_and_Applications

[18] مقال على المنصة مفهوم تقنيات الاتصالات الخلوية، 2011/12/1، تاريخ الاطلاع: جوان 2020، رابط المنصة: http://cellular-technology-concepts.blogspot.com/2011/12/orthogonal-frequency-division-multiple.html

[19] فاتن مشتا، مذكرة لنيل درجة الماجستير بعنوان نظام الطيف المنثور بالسلسة المباشرة متعددة المداخل والمخارج بالاعتماد على الترميز الكتلي الزماني المكاني، دمشق-سوريا-2014، رابط المذكرة على الانترنت:
https://hiast.edu.sy/sites/default/files/MasterPHD/59300081b2562.pdf

[20] مقال على المنصة الرقمية Digital Guide، 2019/9/9، تاريخ الاطلاع: جوان2020، رابط المنصة: https://www.ionos.fr/digitalguide/serveur/know-how/csmaca-carrier-sense-multiple-access-with-collision-/avoidance

[21] مقال على المنصة الرقمية Techterms،تاريخ النشر : 2020/5/22 ،تاريخ الاطلاع: جوان 2020 ، رابط المنصة: https://techterms.com/definition/wlan

[22] مقال على منصة ويكيبيديا، تاريخ الاطلاع: اوت2020، رابط النشر :
https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A8%D9%84%D9%88%D8%AA%D9%88%D8%AB

[23] مقال على المنصة الرقمية ExplainThatStuff،تاريخ النشر:2020/5/5، تاريخ الاطلاع: جوان2020، رابط المنصة:
https://www.explainthatstuff.com/howbluetoothworks.html

[24] مقال من منصة "ويكيبيديا" ، تاريخ الاطلاع: جوان2020، رابط المنصة:
https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A8%D8%B1%D9%88%D8%AA%D9%88%D9%83%D9%88%D9%84_%D8%A7%D9%84%D8%A5%D9%86%D8%AA%D8%B1%D9%86%D8%AA

[25] مقال على المنصة الرقمية "وادي التقنية"، تاريخ النشر:2010/11/23، تاريخ الاطلاع: جوان2020، رابط المنصة: https://itwadi.com/node/1509

[26] مقال على المنصة الرقمية "MicroChip"، تاريخ الاطلاع: اوت2020، رابط المنصة:https://microchipdeveloper.com/tcpip:tcp-ip-five-layer-model

[27] مقال من المنصة الرقمية "ويكيبيديا"، تاريخ الاطلاع: اوت 2020، رابط المنصة:
https://en.wikipedia.org/wiki/Application_layer

[28] مقال من المنصة الرقمية "javaTpoint"، تاريخ الاطلاع: اوت2020، رابط المنصة:https://www.javatpoint.com/computer-network-transport-layer

[29] مقال من المنصة الرقمية"GeeksforGeeks"، تاريخ الاطلاع: اوت2020، رابط المنصة:https://www.geeksforgeeks.org/layers-of-osi-model/

[30] مقال من المنصة الرقمية"ويكيبيديا"، تاريخ الاطلاع: اوت2020، رابط المنصة:
https://en.wikipedia.org/wiki/Physical_layer

[31] مقال من المنصة الرقمية "ويكيبيديا"، تاريخ الاطلاع: اوت2020، رابط المنصة:
https://en.wikipedia.org/wiki/OSI_model#History

[32] مقال من المنصة الرقمية "javaTpoint "، تاريخ الاطلاع: اوت 2020، رابط المنصة:https://www.javatpoint.com/osi-model

[33] مقال من المنصة الرقمية"ويكيبيديا"، تاريخ الاطلاع: اوت 2020، رابط المنصة:
https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AD%D8%B2%D9%85%D8%A9_%D8%A8%D8%B1%D9%88%D8%AA%D9%88%D9%83%D9%88%D9%84%D8%A7%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D8%A5%D9%86%D8%AA%D8%B1%D9%86%D8%AA

[34] مقال على المنصة الرقمية "أنظمة الحاسوب"، تاريخ النشر:2011/10/21، تاريخ الاطلاع:2020/7/20، رابط المقال:
https://asaadhadi.wordpress.com/2011/10/21/%D9%85%D9%81%D8%A7%D9%87%D9%8A%D9%85-%D8%BA%D9%8A-%D8%A7%D9%84%D8%B4%D8%A8%D9%83%D8%A7%D8%AA-2/

[35] مقال على المنصة الرقمية"Computer Networking"، تاريخ الاطلاع: اوت2020، رابط المنصة:
http://bright28677.tripod.com/proj2/networkapp.htm

[36] د. علي سليمان، مدخل الى الحاسوب والخوارزميات، جامعة تشرين- سوريا، 2009.

[37] صورة من طرف "هوغو باربوسا.Hugo Barbosa "، المنصة الرقمية "ResearchGate"، رابط المنصة:
https://www.researchgate.net/figure/Client-Server-architecture-1_fig2_315352562

[38] صلاح دوه جي، برمجة تطبيقات الشبكة، من منشورات الجامعة الافتراضية السورية، الجمهورية العربية السورية،2018

[39] باناجيوتا فاتورو " Panagiota Fatourou "، محاضرة بعنوان:" Introduction to Sockets Programming in C using TCP/IP "، ماي 2012، رابط المحاضرة: https://www.csd.uoc.gr/~hy556/material/tutorials/cs556-3rd-tutorial.pdf

[40] مقال بعنوان"Principles of Reliable Data Transfer "، تاريخ الاطلاع: اوت2020، الرابط الالكتروني للمقال: http://www2.ic.uff.br/~michael/kr1999/3-transport/3_040-principles_rdt.htm

[41] " jason forrester "، TCP/IP Tutorial and technical Overview، 2006، IBM , ibm.com/redbooks2006. & chuck davis& chuck davis&David T.britt & Lydia parziale

[42] د.جيمس كيروز و د.كيث روس، كتاب شبكات الحاسب والانترنت، الجزء الأول، طبعة 2010، مترجم للعربية بواسطة د.السيد محمد الالفي و د.رضوان السعيد عبد العال.

[43] مقال لـ"Pamela Fox"، على المنصة الالكترونية"Khan Academy "، تاريخ الاطلاع: اوت2020، رابط المنصة: https://www.khanacademy.org/computing/computers-and-internet/xcae6f4a7ff015e7d:the-internet/xcae6f4a7ff015e7d:transporting-packets/a/transmission-control-protocol--tcp

[44] مقال جاسكتان جارود (Jhasketan Garud)،بعنوان (تنسيق قطعة بيانات TCP مع رسم تخطيطي)، على منصة Electronics post، تم نشره بتاريخ: 2016/5/10، تم الاطلاع عليه 2020/8/9. رابط المنصة: https://electronicspost.com/tcp-/segment-format-with-diagram

[45] مقال من منصة "ويكيبيديا"، تاريخ الاطلاع: اوت2020، رابط المقال:
https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A8%D9%84%D9%88%D8%AA%D9%88%D8%AB