تحسين خوارزمية تقسيم وتوزيع المحتوى لتحسين جودة الخدمة لنظام Mobile-IPTV ضمن شبكة LTE

غفار الرفاعي*، باسل ريحاوي**

* طالبة دراسات عليا (ماجستير) قسم هندسة الاتصالات, كلية الهندسة الكهربائية و الالكترونية,جامعة حلب

**قسم هندسة الاتصالات، كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية، جامعة حلب

الملخص

ستكون خدمة البث التلفزيوني عبر الانترنت IPTV (Internet Protocol Television) وخاصة خدمة الفيديو عند الطلب VoD (Video on Demand) التكنولوجيا الضرورية في المستقبل القريب حيث كانت موَّجهَة للطرفيات الثابتة وقد تم العمل على تطويرها لتلائم متطلبات التنقل. لذلك كان من المثير للإهتمام موضوع تأمين خدمة IPTV VoD للمستخدم المتنقل عن طريق تأمين جودة خدمة عالية QoS (Quality of Service) ضمن شبكات الجيل الرابع وخاصةً نظام LTE (Long Term Evolution). إن أهم البارمترات لمقياس جودة الخدمة QoS هي معدل خطأ الخانة Bit Error Rate والتأخير الزمني Delay time اللتان تجعل خدمة IPTV VoD غير مستقرة وغير مرضية للمستخدم في حال كانت أقل من الحد المقبول.

تم في هذا البحث العمل على تحسين خوارزمية تقطيع بيانات المحتوى التلفزيوني وتموضعها ضمن القنوات الفيزيائية في شبكات LTE. تم تقييم الأداء اعتماداً على محاكاة النظام ببرنامج الماتلاب MATLAB حيث أظهرت النتائج تحسيناً في أداء النظام بعد استخدام التحسين المُقترح وتم تقييم هذا الأداء من خلال معدل خطا الخانة BER والتأخير الزمني Delay time.

الكلمات المفتاحية: IPTV, الفيديو عند الطلب VoD, جودة الخدمة QoS, نظام LTE.

ورد البحث للمجلة بتاريخ 2017/6/20

قبل للنشر بتاريخ 2017/8/30

Enhancing Chopping and Setting Content Algorithm to Improve QoS of Mobile IPTV in LTE Network

Ghefar Alrefai* Basel Rihawi**
*Postgraduate Student (MSc), Dept. of Communication Engineering, Faculty of Electrical & Electronic Engineering, University of Aleppo
**Dept. of Communication Engineering, Faculty of Electrical & Electronic Engineering, University of Aleppo

Abstract

IPTV (Internet Protocol Television), especially VoD (Video on Demand), will become crucial in the near future. It was targeting fixed terminals and was developed for mobility support. So it is very interesting to deliver IPTV VOD service to a mobile subscriber by providing high QoS(Quality of Service) in 4G networks, especially LTE (Long Term Evolution). The most important QoS parameters are bit error rate (BER) and delay time which make IPTV VoD service unsatisfied and not acceptable if they are under the limit.

In this research, we have worked on enhancing chopping and setting television content in physical channels in LTE networks. Performance has been evaluated by simulating the system using MATLAB, where the results showed an improvement in performance of the proposed alogorithm. This improvement in performance has been evaluated in terms of BER and Delay time.

Keywords: Internet Protocol Television (IPTV), Video on Demand (VoD), Quality of Service (QoS), Long Term Evolution (LTE).

Received 20/6/2017
Accepted 30/8/2017

1- المقدمة:

إن الطلب على التطبيقات المعتمدة على الانترنت يزداد بشكل متسارع حول العالم, وأصبحت خدمة البث التلفزيوني عبر الانترنت IPTV أكثر شيوعاً مع الوقت وازداد الطلب عليها من قبل المستخدمين حيث أنها تدعم تأمين الوسائط المتعددة بالوقت والمكان الذي يرغب به المشترك.

إن نظام LTE قادر على تأمين منطقة تغطية واسعة, معدل بيانات عالٍ,إرسال آمن, إمكانية التنقل. يجب أن تكون جودة الخدمة QoS عالية لإرسال الصوت, الفيديو, البيانات,mobile IPTV .

تعتبر خدمة الفيديو عند الطلب VoD التي تؤمن إمكانية مشاهدة الفيديو بأي وقت وبأي طريقة التحدي الأكبر مقارنةً مع البث المُجَدول للقنوات التلفزيونية التقليدية. تُصنَّف VoD إلى صنفين هما الإرسال وحيد الاتجاه Unicast والإرسال المتعدد Multicast.

إن VoD وحيد الإتجاه لن يمثل مشكلة عندما تكون سعة الشبكة كافية والطلب على الخدمة قليل. أما VoD Multicast مؤسس على نظامي البث Broadcast والإرسال المتعدد Multicast ويواجه مشكلة عنق الزجاجة (botleneck) من ناحية عرض الحزمة والمصادر الراديوية أكثر من مخدم المحتوى Content Server [1].

تشمل طلبات VoD Multicast الشائعة الفيديوهات الـ(10-20) الأكثر طلباً والتي تعادل 60-80% من الطلب الإجمالي. لذا لابد من تحسين فعالية الخدمة للفيديوهات الأكثر طلباً.

على عكس البث التلفزيوني التقليدي فإنه من غير الممكن بث محتوى mobile IPTV كاملاً عن طريق الانترنت. لذلك تم استخدام البث المتعدد من خلال الأقنية المتعددة multi-channel multicast مع عدد قليل من القنوات اللاسلكية.

لزيادة سعة النظام وفعالية استخدام مصادر الشبكة تم اقتراح العديد من الخوارزميات والطرق لتقطيع وتوزيع المحتوى التلفزيوني على المصادر الراديوية [1].

2- أهمية البحث وأهدافه:

تم في هذا البحث تسمية خدمة IPTV خلال الشبكة الخلوية المتنقلة بالـ mobile-IPTV. تم التركيز على نظام LTE حيث أن تقنية G 3.9 تؤمن معدل بيانات عالٍ معطيةً بذلك الفرصة لاستخدام البنية التحتية الموجودة بالإضافة إلى أن البنية الأساسية للـ LTE تدعم خدمات البيانات إلى جانب الخدمات الصوتية التقليدية.

يترافق إطلاق أي خدمة جديدة بشكل عام مع مشاكل تجارية وتقنية . فإن نجاح أي خدمة يعتمد على مدى تحقيق الأهداف والتوقعات من قبل المستخدمين الطرفيين. لقد كانت خدمات التلفاز متاحة منذ زمن طويل متضمنة البث الأرضي, شبكات الكابل, والأقمار الصناعية. حيث أن المستخدم الطرفي يتوقع مستوى معين من الخدمة فيما يتعلق بالتأخير والجودة. لذلك لابد من المحافظة على أدنى مستوى ممكن من الأخطاء التقنية وكذلك التوافق مع احتياجات وتوقعات المشترك.

لجعل خدمات mobile IPTV في الزمن الحقيقي ناجحة ضمن الشبكة الخلوية لابد من توظيف البنية التحتية وشبكات الولوج التي تضمن جودة خدمة QoS جيدة حتى عند شروط الشبكة السيئة . لذلك يجب على مشغلي الشبكات اتباع مايلي:

1. أَمثَلة استخدام موارد الشبكة في بيئة كل من Unicast و Multicast لخدمة Mobile IPTV .
2. تقليل جهود التشغيل والصيانة من خلال أدوات إدارة متطورة وبدون أي تدخل بشري .

بالإضافة الى تحقيق طلب المستخدم, فإن مشغلي الخدمة بحاجة إلى تخفيض التكاليف سواءً من جهة الطرفية المستخدمة أو المشغل المسؤول عنه وزيادة الربح.

يهدف هذا البحث إلى تأمين خدمة IPTV VoD للمستخدم المتنقل عن طريق زيادة جودة الخدمة QoS ضمن الجيل الرابع من الشبكات الخليوية وخاصة LTE.

3- طريقة البحث:

استند هذا البحث في مرحلة الدراسة والتصميم على الموضوعات التالية:

- دراسة بنية نظام IPTV مع التمييز بين IPTV, mobile TV و mobile IPTV.
- دراسة مكونات نظام mobile IPTV وخدمة تأمين الوسائط المتعددة بالبث والإرسال المتعدد MBMS (Multimedia Broadcast Multicast Service) بشكل مفصل.
- تقديم دراسة تحليلية لجودة الخدمة QoS بهدف التحسين من خلال العمل على بارامتر التأخير الزمني Delay time وخسارة الخانة Bit Loss والتي تم العمل على تحسينها من خلال تطوير خوارزمية تقطيع بيانات المحتوى التلفزيوني وتموضعها ضمن القنوات الفيزيائية في شبكات الجيل الرابع وخاصة LTE.
- محاكاة النتائج باستخدام برنامج الماتلاب ومقارنتها مع الدراسات والأبحاث المرجعية.

3-1 تعريف الـIPTV والفرق بينه وبين mobile TV و mobile IPTV:

إن مصطلح IPTV شائع الاستخدام لدى الناس وعند ذكر مصطلح "IP" يتبادر للذهن الصلة مع الانترنت [2] حيث يعتبر المصطلح "IP" نقطة تقنية وتم اعتماده في العديد من التطبيقات لذلك ليس من السهل على الناس اكتشاف ماهو IPTV مباشرةً.

ظهرت خلال السنوات الماضية العديد من تقنيات البث كـ IP-Broadcasting , Broadband TV,Internet TV, WEB TV والتي تتعلق بشكل كبير بـIPTV. ولكن هناك العديد من نظريات وآليات البث التلفزيوني, لذلك لابد من تعريف IPTV بشكل واضح.

IPTV البث التلفزيوني عبر الانترنت: هو نظام يتم من خلاله تأمين خدمة التلفزيون باستخدام البنية التحتية للشبكات المستخدمة مع بروتوكول IP, أي يتم تخديم البث عن طريق شبكات الولوج للانترنت عريض الحزمة والانترنت عوضاً عن

تخديمها ضمن شبكات البث ذات الترددات العادية, أو عن طريق الأقمار الصناعية أو من خلال الكابلات الأرضية (CATV :Cable-TV).

إن التعريف التقني لخدمة IPTV بالاستناد إلى ITU-T FG IPTV يشير إلى تأمين خدمات الوسائط المتعددة مثل التلفاز – الصوت – الفيديو – البيانات – الصور – النصوص ضمن الشبكات المعتمدة على IP (IP –Based) لضمان المستوى المطلوب من جودة الخدمة QoS, جودة التجربة QoE (Quality of Experience), الحماية, التفاعل والوثوقية [2].

إن مصطلح IP يشير ضمناً إلى بروتوكول الانترنت, إلا أن ذلك لايعني أنه على المشتركين الدخول إلى متصفح الانترنت (مثل Youtube أو غيرها) لمشاهدة برامجهم التلفزيونية وهذا مايدعى Internet TV, وإنما يشير IP إلى أن طريقة إرسال المعلومات تتم ضمن شبكة مُدارة ومحمية وهذا مايمنح بيئة أفضل للتجربة [2].

مع هذا التقدم والشهرة التي تتمتع بها الخدمات التلفزيونية الرقمية وشبكات الولوج عريضة الحزمة, ازداد الاهتمام والتركيز على خدمات البث خاصةً خدمة التشغيل الثلاثي(انترنت, VOIP, IPTV) والتي أصبحت تشكل تحدياً كبيراً في سوق الصناعة.

إن آخر وأحدث التقنيات مثل WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) وLTE قادرة على تأمين تغطية كبيرة المدى، معدلات بيانات عالية، إرسال آمن وقابلية للتنقل. وبالتالي يجب تأمين جودة خدمة QoS عالية لإرسال الصوت, الفيديو, خدمات البيانات مثل ألعاب الفيديو وmobile IPTV. التنقل يعني الشكل اللاسلكي حيث تملك الشبكات المعتمدة على الـIP قابلية الاتصال ثنائي الاتجاه, لذا يمكن للمطورين تطوير تقنية IPTV لتتيح للمستخدمين الطرفيين اختيار ماذا ومتى يريدون أن يشاهدوا البرنامج المفضل لديهم.

هناك تنوع كبير في خدمات IPTV, لذلك ستكون خدمة الفيديو عند الطلب VoD, والتي تتيح قائمة بالفيديو المتاح للمشاهدة, الخدمة الرئيسية مقارنة مع قائمة البرامج الثابتة المجدولة.

لابد من الملاحظة أن خدمة الفيديو عند الطلب VoD تُقسم إلى True VoD و Near VoD. تستخدم True VoD(TVoD) الإرسال وحيد الاتجاه لذلك لن يكون هناك تأثير على طرف الشبكة عندما يكون هناك سعة كافية والطلب على الخدمة وسطياً صغير. يتم إرسال Near VoD(NVoD) باستخدام نظرية الإرسال المتعدد والبث. على سبيل المثال, طلب كبير على نفس المحتوى (كمثال مباراة رياضية أو فيلم). يتم إطلاق نمط NVoD على الفيديوهات الشائعة , الـ 10−20 فيديو الأكثر طلباً, والتي تشمل 60−80% من الطلب الإجمالي.

على عكس البث التلفزيوني التقليدي, لايمكن بث كل محتوى mobile IPTV عبر الانترنت, لذلك نستخدم البث المتعدد خلال الأقنية المتعددة لمعالجة المحتويات المطلوبة بكثرة مع عدد محدد ثابت من الأقنية اللاسلكية في نظام LTE لتأمين جودة خدمة عالية. طالما أن عرض حزمة شبكة الولوج تكون غالباً محدودة جداً لجميع المستخدمين عند الولوج المتزامن للقنوات التلفزيونية.

2−3 خدمة MBMS:

تعتمد الشركات على مجموعة من الحلول لزيادة السعة مثل حجز طيف ترددي إضافي أو توليد خلايا صغيرة الحجم. يقدم MBMS خياراً لأمثلة عرض الحزمة المتاح عن طريق الإدارة الفعالة والتوصيل الفعال للمحتوى.

تعتبر MBMS امتداداً لتكنولجيا الجيل الثالث وقد تم تطويرها من قبل 3GPP, ويطلق عليها أيضاً e-MBMS(enhanced MBMS) والتي يتم من خلالها تمكين عدة مستقبلين من استقبال نفس البيانات بنفس الوقت, مُرسلة مرة لكل وصلة هابطة للمشتركين.

قامت العديد من شركات البث بتطوير خدمات البث التقليدية لتأمين خدمة VoD وخدمات التلفاز التفاعلية, ولهذا كانeMBMS لدعم خدمات Broadcast/Multicast ضمن شبكة الـLTE.

يدعم eMBMS الخدمتين التاليتين:

خدمة البث Broadcast : وهي الخدمة التي يمكن من خلالها لجميع المشتركين الواقعين ضمن منطقة التغطية استقبال البيانات طالما أن الخدمة مُفعَّلة. يمكن توجيه التحميل لمزودي خدمة البث ومصدر بيانات eMBMS بالاعتماد على مقدار البيانات التي يتم بثها, مساحة منطقة الخدمة وزمن بث الخدمة [2].

خدمة الإرسال المتعدد Multicast : يتم استقبالها فقط من قبل المشتركين في هذه الخدمة عن طريق الانضمام إلى المجموعة الخاصة بهذه الخدمة. تسمح هذه الخدمة للمشغل بوضع قواعد محددة للمشترك بالخدمة.

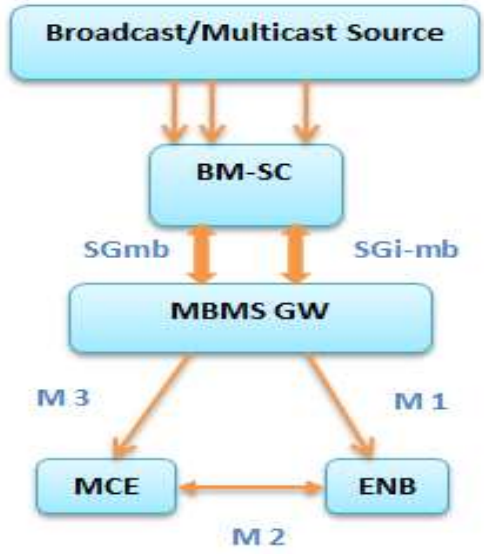
إن كلاً من هاتين الخدمتين هي خدمة وحيدة الإتجاه وبنمط إرسال نقطة إلى عدة نقاط لبيانات الوسائط المتعددة (نص, صوت, صورة, فيديو) من مركز خدمات MBMS [2].

3-3-1 هيكلية خدمة MBMS

يبين الشكل (1) هيكلية خدمة MBMS التي تعتمد على packet core domain, وقد تم تطبيقه بشكل سلس في عقد النواة المركزية في الجيل الثاني والثالث من الاتصالات الخلوية كـ SGSN(Serving GPRS Support Node) و GGSN(Gateway GPRS Support Node) في شبكات EPS(Evolved Packet System).

تمت إضافة ثلاث عناصر لخدمات MBMS هي:

MCE(MBMS Coordination Entity) الذي من الممكن أن يكون جزءاً من eNodeB و MBMS Gateway و BM-SC (Broadcast Multicast Service Center) [2].



الشكل (1): هيكلية خدمة MBMS [2].

وحدة تنسيق خدمة MBMS: MCE

تعتبر الوحدة المسؤولة عن حجز وتنظيم المصادر الزمنية والترددية لإرسال MBMS بعدة خلايا [3].

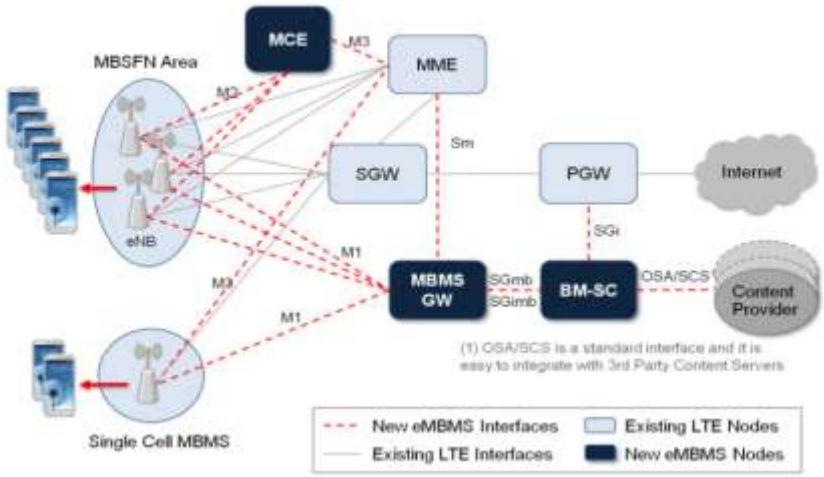
MBMS GW (MBMS Gateway)

تعتبر نقطة العبور لبيانات البث \ الإرسال المتعدد (Broadcast/Multicast). كما يقوم بتخزين معلومات MBMS لكل طرفية لديها جلسة فعالة[3].

مركز خدمة البث والإرسال المتعدد BM-SC

إن بنية BM-SC مشابهة لما هي عليه في الأجيال 2G/3G, حيث يؤمن جميع التوابع اللازمة لتزويد الخدمة للمستخدم. ويعمل هذا المركز كنقطة دخول لعمليات إرسال MBMS لمزود المحتوى أو أي مصدر للبث– الإرسال المتعدد والذي من الممكن أن يكون من خارج الشبكة وذلك لتأمين الخدمة للمستخدم الطرفي [3].

يوضح الشكل (2) بنية نظام LTE بعد إضافة الوحدات الثلاث الأساسية لخدمة MBMS:



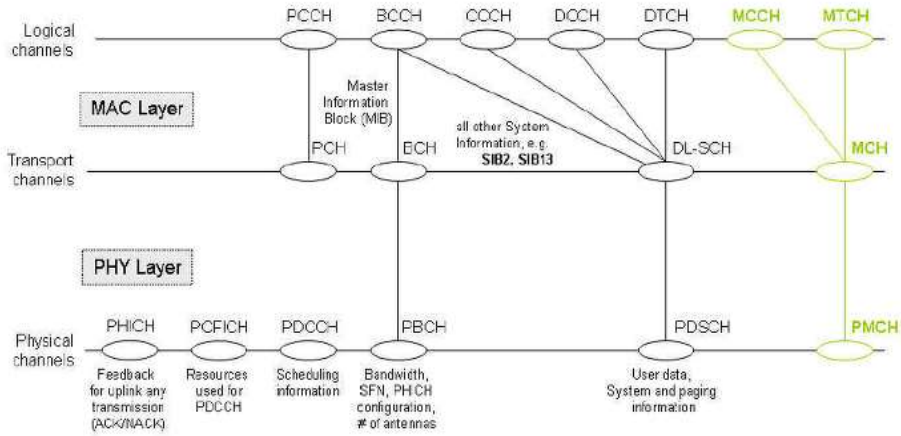
الشكل (2): بنية نظام LTE الداعم لخدمات MBMS [3].

M1: واجهة تربط بين MBMS-GW و eNodeB. يُستخدم بروتوكول IP-multicast لتوصيل بيانات MBMS الخاصة بالمستخدم من نقطة إلى عدة نقاط Point-to-multipoint. ويُستخدم بروتوكول SYNC لتأمين التزامن خلال عملية الإرسال . لايوجد معلومات تحكم تُرسل خلال هذه الواجهة.

M2: واجهة تُستخدم من قبل MCE لتزويد eNodeB بالإعدادات الراديوية.

M3: واجهة لدعم التحكم بخدمة MBMS مثل بداية ونهاية الجلسة [4].

بالإضافة إلى الوحدات الجديدة المُحدثة على بنية نظام LTE, تمت إضافة قنوات Channels جديدة لتناسب خدمة MBMS موضحة بالشكل (3).



الشكل (3): القنوات المستخدمة في شبكة LTE والقنوات المضافة الداعمة لخدمة MBMS.

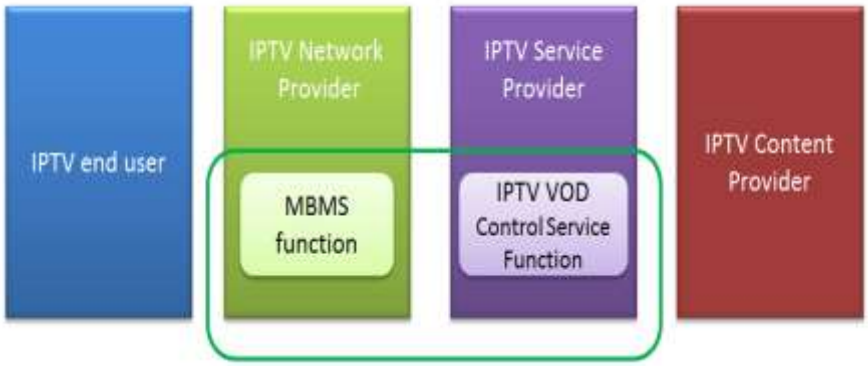
MTCH(MBMS Traffic Channel) قناة الحركة لخدمة MBMS: تحمل البيانات المخصصة لخدمة MBMS.

MCCH(MBMS Control Channel) قناة التحكم بخدمةMBMS: تؤمن نقل معلومات التحكم اللازمة لإستقبال خدمة MBMS, متضمنةً آلية توضع الإطارات الفرعية ونظام التعديل والترميز MCS (Modulation Coding Scheme) [5].

PMCH (Physical MBMS Channel) قناة MBMS الفيزيائية: لإعلام الطرفية بخدمات MBMS المُتاحة.

3-3 بنية نظام mobile IPTV خلال LTE:

لابد من شرح سيناريو خدمة mobile-IPTV طبقاً لمعايير ITU .تتم العملية بشكل عام وفق أربع مكونات أساسية : مزود المحتوى Content Provider, مزود الخدمة (الشبكة المركزية)Core Network, شبكة الولوج(مزود الشبكة) Network Provider, والمشترك End user كما هو موضح بالشكل (4).



الشكل (4): IPTV VOD over Cellular Network

مزود المحتوىContent Provider: يمتلك المحتوى التلفزيوني أو المخول له ببيع المحتوى التلفزيوني, محتوى VoD أو أي محتوى آخر. يتم تخزين محتوى VoD من قبل مشغل الشبكة Network Operator ويتم تمريره خلال مرمز Encoder يقوم بتحضيره للإرسال عبر الشبكة, كما يقوم بتأمين إيصال الفيديو إلى مزود الخدمة.

مزود خدمة IPTV: يقوم بعملية تحضير المحتوى الفيديوي بالاتفاق مع مزود المحتوى.

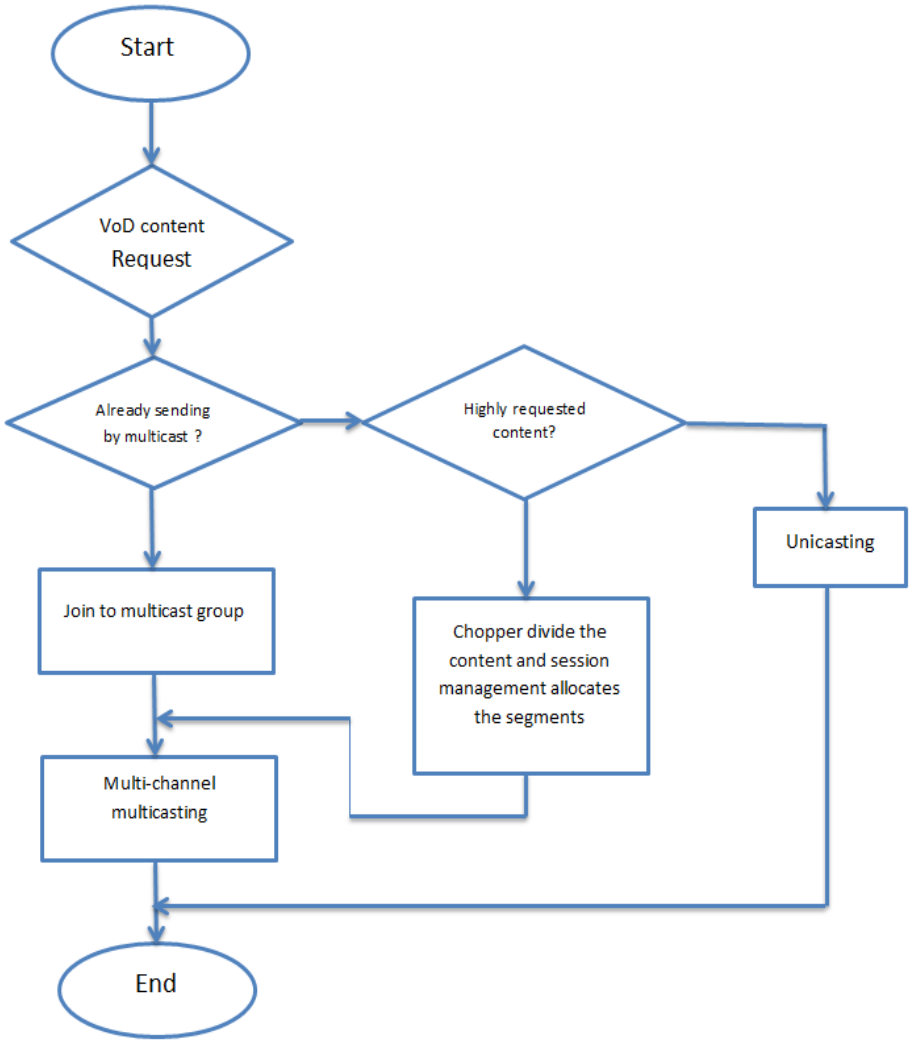
3-4 خوارزمية عمل البحث ضمن نظام mobile IPTV في شبكة LTE:

يبين الشكل (5) خوارزمية البحث حيث تتم وفق الخطوات التالية:

1- في البداية يفحص مزود الخدمة تدفق بيانات الإرسال المتعدد فيما إذا كانت موجودة أم لا من أجل طلبات VoD المُرسلة من قبل المستخدمين.

2- إذا كان هذا التدفق موجود سيرسل المخدم عنوان المجموعة إلى المستخدم وبهذا يمكنه الانضمام إلى مجموعة multicast.

3- أما في حال لم يكن هناك تدفق multicast سيقوم مزود الخدمة بسؤال مزود المحتوى إن كان هذا التدفق مطلوب جداً أو لا. في حال لم يكن التدفق مطلوب بشكل كبير يتم تخديمه باستخدام الإرسال Unicast بدون أي تأخير بالقناة .أما في حال كان التدفق مطلوب بشكل كبير .يتم تخديمه وفق خوارزمية MBMS [6].



الشكل (5): خوارزمية البحث ضمن نظام mobile IPTV في شبكة LTE.

4- يتم استخدام عنوان إرسال متعدد لتوجيه المحتوىVoD إلى المستخدم. يتم في شبكات البث المتعدد ضم المشتركين الذين يستقبلون نفس البيانات في مجموعة إرسال متعدد MGroup, كمثال جميع المشتركون الذين يشاهدون نفس القناة التلفزيونية.

5- بعد الانتهاء من الخطوة السابقة يقوم مزود الخدمة بتأمين معلومات الولوج للمحتوى وبالتالي يمكن للمشترك استقبال الفيديو أي يتم استخدام عنوان الإرسال المتعدد خلال الأقنية المتعددة لتمرير المحتوى إلى المستخدم.

6- سنقوم بتطبيق خوارزمية الإرسال المتعدد خلال الأقنية المتعددة لوضع الحزم بعدة أقنية من الشبكة الخلوية المتضمنة خدمة MBMS.

5-3 الدراسة التحليلية للنظام المقترح لتحسين خدمة m-IPTV خلال شبكة LTE:

تحليل كيفية توضع الأقنية في نظام الإرسال المدروس لخدمة m-IPTV خلال شبكة LTE:

طبقاً لـ ITU-T G.1010, فإنه على المشتركين الانتظار لفترة زمنية (تأخير زمني) لخدمات NVoD لأن المحتوى الفيديوي يتم تخديمه عبر عدة قنوات باستخدام الإرسال المتعدد Multicast [2], يجب ألا يتعدى زمن التأخير الأولي 10 ثانية لمحتوى الفيديو عند الطلب VoD.

لنفترض لدينا فيديو ith بطول L_i. عند استخدام الإرسال المتعدد عبر الأقنية المتعددة, يكون عدد الأقنية n_i المطلوبة للفيديو ith والذي يوافق متطلبات التأخير الزمنية sd(start-up-delay) معطى بالعلاقة :

$$n_i = \left[\log_2\left(\frac{L_i}{sd} + 1\right)\right] \dots\dots\dots (1)$$

بالإعتماد على عدد الأقنية n_i يقوم قاص المحتوى لخدمة MBMS بتقطيع الفيديو إلى N جزء بشكل متساوي .

$$N = \sum_{j=0}^{ni-1} 2^j = 2^{ni} - 1 \dots\dots\dots (2)$$

سيتم الآن شرح آلية توزع الأجزاء ضمن الأقنية . لنفترض S_v هو الجزء vth من الفيديو. $S=S_1\ S_2\ S_3\ \dots S_N$. ستتوضع الأجزاء ($S_j\ S_{j+1}\ S_{j+2}\ \dots\ S_k$) ضمن القناة C_h حيث $h=1,2,,,,n_i$, $k=2^h-1$, و $k=2^h-1 \sim N$, $j=2^{h-1} \sim n_i$.

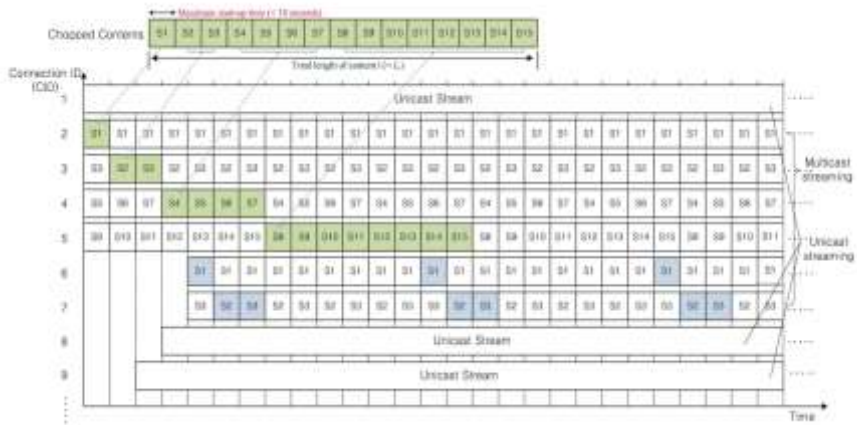
اذاً في حال كان لدينا فيديو بطول 150 ثانية سيكون توضع الأجزاء موضح بالجدول(1). بهذه الحالة سيكون N=15 , n_i=4.

الجدول (1) توضع الأجزاء ضمن الأقنية لنظام LTE بشكل هرمي [2]

h	Ch:Channel id	$j=2^{(h-1)}$ 1st segment id of a given channel	$k=2^h$-1 last segment id of a given channel	Sj …..Sk Segments	All segments in a given channel
1	C_1	1	1	S_1	S_1
2	C_2	2	3	S_2 S_3	S_2,S_3
3	C_3	4	7	S_4,..S_7	S_4,S_5,S_6,S_7
4=n_i	C_4	8	15	S_8,…S_{15}	S_8,S_9,S_{10},S_{11},S_{12},S_{13},S_{14},S_{15}

كما هو موضح من خلال الجدول (1) تتوضع الأجزاء ضمن الأقنية لنظام LTE ضمن الطبقة MAC, PHY بشكل هرمي أي N…1.2.4.8 لاستخدام المصادر بشكل فعَّال. من السهل ملاحظة أن عدد الأقنية اللازم يزداد بزيادة طول الفيديو وكذلك يزداد عدد الأجزاء ضمن كل قناة بشكل هرمي.

يوضح الشكل (6) آلية توضع الأجزاء ضمن القنوات : سيتوضع الجزء الأولS_1 من البيانات المرسلة ضمن القناة الأولى, الجزء الثاني والثالث S_2, S_3 ضمن القناة الثانية والأجزاء S_4-S_7 ضمن القناة C_3 والأجزاء S_8-S_{15} في القناة الرابعة C_4.



الشكل (6): توضع أجزاء البيانات لخدمة VoD بعدة قنوات باستخدام تقنية الإرسال المتعدد[6].

عند حصول خطأ في أي جزء سيتم الانتظار لإعادة إرسال الجزء والذي بدوره يزيد من التأخير الزمني لإرسال البيانات خاصةً في حال كان لدينا أكثر من 4

قناة فعند الإرسال على القناة C_5 سيتوضع عدد أكبر من الأجزاء (16جزء) والذي يزيد أيضاً من معدل خسارة الحزم والتأخير الزمني .

3-6 الخوارزمية المقترحة:

تم سابقاً اقتراح خوارزمية جديدة [2] لتقسيم وتوضع الأجزاء ضمن الأقنية بحيث يقلل من التأخير الزمني الحاصل ضمن الشبكة ويزيد من فعالية استخدام الأقنية كما هو موضح بالشكل (7).

الشكل (7) :النظام المقترح لتوضع أجزاء البيانات لخدمة VoD [2].

في قسم الإرسال: ليكن لدينا محتوى فيديوي بطول 150 ثانية مقسّم إلى 15 جزء بالتساوي. لكلا الحالتين المذكورتين يتم استخدام 4 أقنية لاحتواء الأجزاء الخمسة عشر وفقاً للمعادلة (1) و(2). يتم في النظام المقترح تكرار كل جزء أربع مرات ويتم وضعها ضمن الأقنية بالتسلسل على الشكل التالي: الجزء الأول ضمن القناة الأولى والجزء الثاني ضمن القناة الثانية وهكذا ليصبح لدينا ضمن القناة الأولى الأجزاء 1,5 ,9 , 13 مكرر كل منها أربع مرات [2].

نقترح في هذا البحث تطوير هذه الخوارزمية بحيث يتم الاستفادة بشكل أفضل من المصادر الراديوية بحيث يتم تقليل عدد التكرارات الثابت لكل جزء من 4 إلى 2 كما هو موضح بالشكل ويتم اعادة تكرار نفس التقسيم على طول الأقنية

الأربعة حتى تُغلق الـ Multicast Group أي لم يعد هناك أي مشاهد يشاهد المحتوى التلفزيوني المطلوب(8).

الشكل (8):تطوير النظام المقترح لتوضع أجزاء البيانات لخدمة VoD.

4- نتائج المحاكاة والمناقشة:

الجدول(2) بارامترات المحاكاة للنظام المقترح

Simulation Input	SNR:0,5,8,10,15,18,20 dB
	Video Length: (150 sec)
	Segment of the data :S1 , S2 , ……S15
	Segment allocation algorithm
Simulation Output	Packet Error Rate for 3 algorithms
	Delay time(seconds) for every segment for all three algorithms

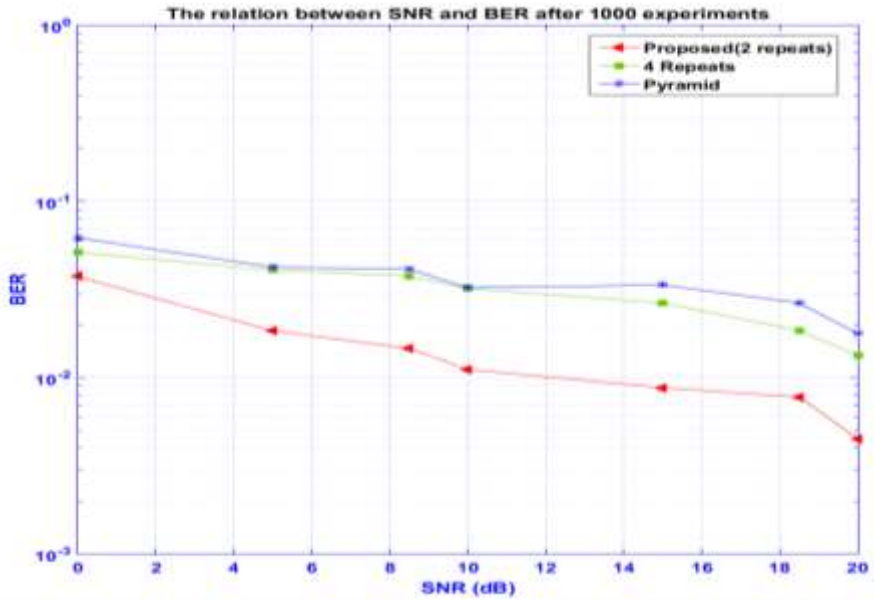
يركز هذا البحث على دراسة ومحاكاة القناة التشاركية الفيزيائيه للوصلة الهابطة (PD-SCH) حيث لم نتمكن من اجراء الدراسة على قناة PMCH المضافة لنظام LTE لتؤمن خدمة MBMS نظراً لعدم دعمها من قبل برنامج المحاكاة Matlab بعد, ولكن حيث أننا لن نأخذ بعين الإعتبار قنوات التحكم وسيتم اختبار أداء النظام وتوزع الأجزاء على القنوات الفيزيائية فإن ذلك لن يؤثر على حسابات خسارة البت والتأخير الزمني.

تم العمل على النمط FDD (Frequency Division Duplex) ضمن بيئة المحاكاة المتمثلة بإستخدام (m-files) في برنامج MATLAB 2015 وفقا لعدة بارامترات أساسية وبارامترات مُقترحة. كما تم استخدام مخطط AMC (Adaptive

(Modulation and Coding technique [7] من أجل الملائمة عند طرفي المُرسل والمُستقبل وبإستخدام شيفرات turbo.

تمت محاكاة جودة خدمة MBMS في نظام LTE المتمثلة بحساب معدل خسارة البت مع التعديلات المُقترحة على خوارزمية التقطيع والتوزيع للمحتوى الفيديوي ضمن الأقنية الفيزيائية بعد تحديد البارمترات الأساسية للنظام كمدخلات في طرف الإرسال حيث يوضح الجدول (2) بارمترات المحاكاة للنظام المُقترح. تم أيضاً محاكاة جودة خدمة MBMS في نظام LTE للخوارزميات السابقة من أجل المقارنة مع التحسين المقترح.

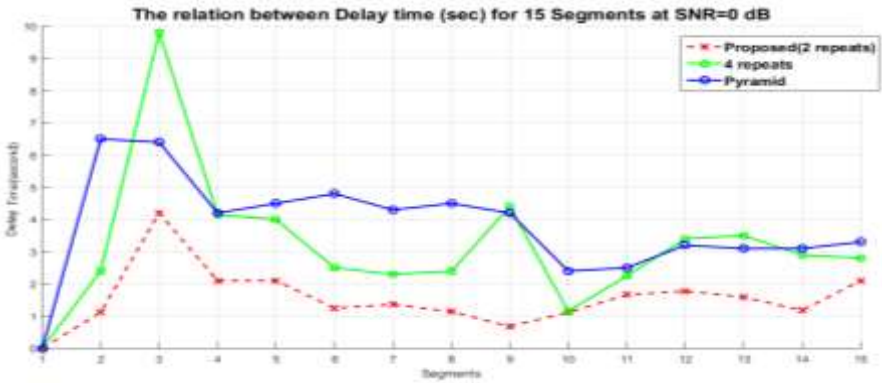
تمت المقارنة بين أداء الخوارزميات المدروسة بدلالة معدل خطأ الخانة (BER) كتابع لنسبة إستطاعة الإشارة الى الضجيج SNR.



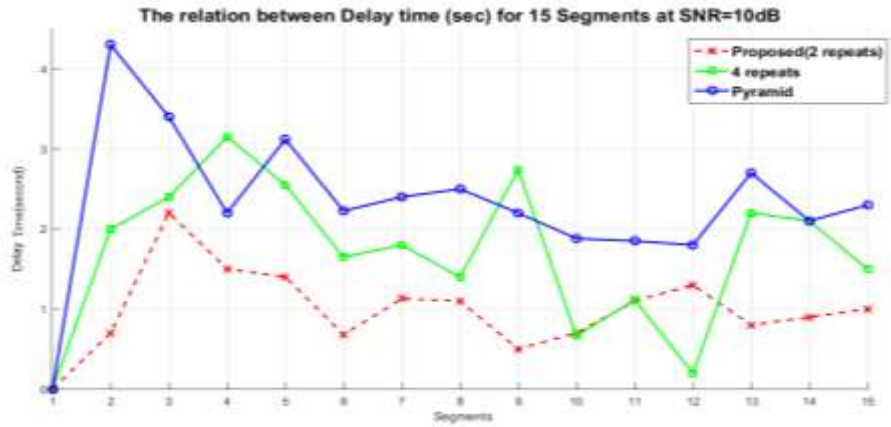
الشكل (9): منحني BER من أجل خدمة MBMS في نظام LTE ,مرةً من أجل الخوارزمية الهرمية ومرةً أخرى من أجل الخوارزمية الستاتيكية الرباعية التكرار ومرة أخرى لثنائية التكرار , من أجل 1000 تكرار لكل SNR.

يوضح الشكل (9) منحني BER من أجل خدمة MBMS في نظام LTE ,مرةً من أجل الخوارزمية الهرمية ومرةً أخرى من أجل الخوارزمية الستاتيكية الرباعية التكرار ومرة أخرى لثنائية التكرار.

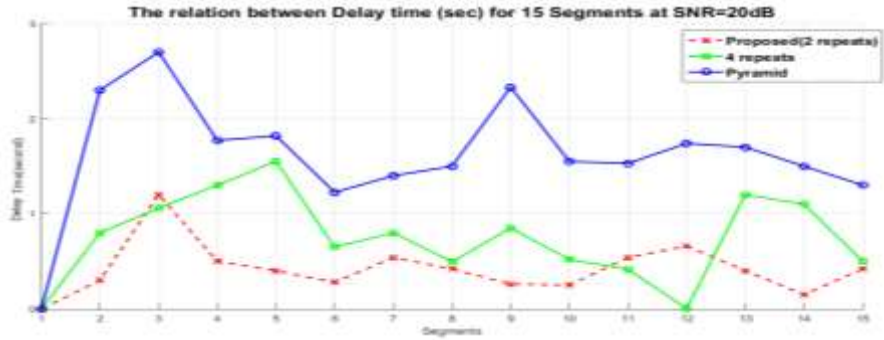
أما بالنسبة للتأخير الزمنيDelay فقد تمت الدراسة بالاعتماد على البارمترات الموضحة بالجدول (2) ولكل جزء من الأجزاء (Segments):



الشكل (10): منحني التأخير الزمني (ثانية) بالنسبة لأجزاء المحتوى التلفزيوني عند SNR=0dB, مرةً من أجل الخوارزمية الهرمية ومرةً من أجل الخوارزمية الستاتيكية الرباعية التكرار ومرة أخرى لثنائية التكرار.



الشكل (11): منحني التأخير الزمني (ثانية) بالنسبة لأجزاء المحتوى التلفزيوني عند SNR=10dB, مرةً من أجل الخوارزمية الهرمية ومرةً من أجل الخوارزمية الستاتيكية الرباعية التكرار ومرة أخرى لثنائية التكرار.



الشكل (12): منحني التأخير الزمني (ثانية) بالنسبة لأجزاء المحتوى التلفزيوني عند SNR=20dB, مرةً من أجل الخوارزمية الهرمية ومرةً من أجل الخوارزمية الستاتيكية الرباعية التكرار ومرة أخرى لثنائية التكرار.

من الواضح أن أداء النظام عند استخدام خوارزمية التقطيع المقترحة أفضل بكثير من استخدام خوارزمية التقطيع الهرمية والخوارزمية الرباعية ومن أجل نفس الشروط ونفس بارامترات النظام. فمثلاً من أجل SNR=10 dB يصل معدل خطأ الخانة 10^{-2} عند استخدام الخوارزمية المقترحة بينما يصل إلى $3.21*10^{-2}$ و $3.24*10^{-2}$ بالنسبة للخوارزمية الرباعية والهرمية على الترتيب.

كذلك عند دراسة التأخير الزمني نجد تفوقاً واضحاً للخوارزمية المقترحة مقارنةً مع الخوارزميتين السابقتين بالنسبة لعدة قيم SNR:0,10,20dB. فمثلاً من أجل SNR: 0dB وصل التأخير لأقل من 1 ثانية عند الجزء التاسع من المحتوى التلفزيوني بينما كانت 4 ثانية عند الخوارزمية الهرمية والستاتيكية الرباعية وعند SNR=10dB وصل التأخير الزمني لأقل من نصف ثانية بينما كان التأخير الزمني عند الخوارزمية الهرمية تقريباً 2.5 ثانية بالنسبة لنفس الجزء وعند قيمة SNR=20dB كانت معظم قيم التأخير الزمني للأجزاء عند الخوارزمية المقترحة تقريباً أقل من ثانية على عكس الخوارزميتين السابقتين ذات قيم تأخير زمني كبير بشكل عام.

5- الخاتمة والاستنتاجات :Conclusion and Resultants

قدَّم هذا البحث دراسة لبنية نظام mobile IPTV ومكوناته. كما قمنا باستعراض خدمة تأمين الوسائط المتعددة بالبث والإرسال المتعدد MBMS والبلوكات التي تمت إضافتها لنظام LTE لتلائم متطلبات هذه الخدمة. تم اقتراح خوارزمية

ثنائية التكرار لتقطيع المحتوى التلفزيوني وتوضع أجزاءه ضمن القنوات الفيزيائية في شبكات الجيل الرابع LTE بهدف تحسين جودة الخدمة QoS لخدمة IPTV VoD.

تم تقييم أداء النظام بعد التحسين المُقترح حاسوبياً باستخدام MATLAB 2015. أظهرت نتائج المحاكاة أداءً متفوقاً للتحسين المُقترح ضمن نفس المعايير والشروط. حيث تم تحسين جودة الخدمة QoS من خلال معاملين هما: معدل خطأ الخانة والتأخير الزمني بنسبة متوسطة تصل إلى 4 مرات أفضل. نلاحظ من نتائج المحاكاة أن أداء خوارزمية التقطيع الثنائي التكرار المقترحة أفضل وأقل استهلاكاً للمصادر الراديوية من خوارزمية التقطيع الهرمية والرباعية الستاتيكية, وهذا يعود بالاستقرار والرضى عن الخدمة للمستخدم للمتنقل.

المراجع References

[1] Bataa O, Lamjav E, Batsuuri S, Purevdorj U , Naimannaran C, Kim Y, Gonchigsumlaa K., 2012- **Service Control Algorithm of Providing Efficient Video-on-Demand Service using Hybrid Mechanism.**IEEE**,** Korea.

[2] Khaltmaa C.,2010- **Study on High Reliable IPTV Transmission System Over Cellular Network**.MSc Thesis, Japan, 63.

[3] "eMBMS with Samsung Simplified Approach to Broadcasting Content over LTE" by Samsung , 2012.

[4] Nguyen N , Knopp R,Nikaein N,Bonnet C.,2013 - **Implementation and Validation of Multimedia Broadcast Multicast Service for LTE/LTE-Advanced in OpenAirInterface Platform.** EURECOM**,**France**.**

[5] Kottkamp M, Rössler A, Schlienz J, Schütz J.,2011 **LTE Release 9 Technology Introduction**.White Paper" by Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG, Germany.

[6] Min Lee J, Park H, Choi S, Choi J.,2009 -**Adaptive Hybrid Transmission Mechanism for On-Demand Mobile IPTV Over WiMAX.**IEEE, Korea**.**

[7] CHUAHM.; ZHANG Q., 2006- **DESIGN AND PERFORMANCE OF 3G WIRELESS NETWORKS AND WIRELESS LANS.**Springer Science-l-Business Media, Inc, United States of America, 359.

[8] www.mathworks.com