

تطبيق خوارزمية مختلطة (ستاتيكية - ديناميكية) لتقسيم وتوزيع المحتوى بهدف تحسين جودة الخدمة لنظام Mobile-IPTV ضمن

شبكة LTE

غفار الرفاعي*، باسل ربحاوي**

* طالبة دراسات عليا (ماجستير) قسم هندسة الاتصالات، كلية الهندسة الكهربائية و الإلكترونية،

جامعة حلب

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

الملخص

يزداد الطلب على خدمات IPTV (Internet Protocol Television) بشكل كبير في مجال الإتصالات المتنقلة. ولدعم عدد كبير من المستخدمين مع محدودية المصادر الراديوية، لابد من تطوير تقنية إرسال فعّالة للمحتوى التلفزيوني.

تم في هذا البحث اقتراح أسلوب دمج بين خوارزميات التقطيع الستاتيكية والديناميكية للمحتوى التلفزيوني وذلك بهدف تحسين جودة الخدمة QoS (Quality of Service) للفيديو عند الطلب VoD (Video on Demand) خلال شبكة IPTV اللاسلكية ضمن نظام الجيل الرابع (LTE (Long Term Evolution).

تم تقييم الأداء اعتماداً على محاكاة النظام ببرنامج الماتلاب MATLAB حيث أظهرت النتائج تحسناً في أداء النظام بعد استخدام التحسين المقترح وتم تقييم هذا الأداء من خلال معدل خطأ الخانة BER والتأخير الزمني Delay time.

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

ورد البحث للمجلة بتاريخ 2017/8/30

قبل للنشر بتاريخ 2017/9/24

Applying a Hybrid (Static-Dynamic) Content Chopping and Setting 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

The Demand of IPTV (Internet Protocol Television) services is growing significantly in the mobile communications industry. To support a large number of users with limited radio sources, the effective transmission technology for television content has to be developed.

In this research, we suggest integration of static and dynamic segmenting algorithms for television content to improve QoS (Quality of Service) of VoD (Video on Demand) service over the IPTV wireless network in the LTE (Long Term Evolution) system.

Performance has been evaluated by simulating the system using MATLAB, where the results have shown an improvement in performance of the proposed algorithm; 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 30/ 8/2017

Accepted 24 /9 /2017

1- المقدمة:

إن توزيع المحتوى التلفزيوني من خلال خدمة الفيديو عند الطلب VoD, والتي تُمكن المشترك من مشاهدة المحتوى التلفزيوني بأي وقت وبأي طريقة, سيمثل تحدياً بالنسبة للتوزيع والجدولة الثابتة الموجودة.

تُصنّف 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 فهو مؤسس على نظامي البث Broadcast والإرسال المتعدد Multicast ويواجه مشكلة عنق الزجاجة (bottleneck) من ناحية عرض الحزمة والمصادر الراديوية أكثر من مخدّم المحتوى [1] Content Server.

لابد من تحسين فعالية الخدمة للفيديوهات الأكثر طلباً, وعلى عكس البث التلفزيوني التقليدي فإنه من غير الممكن بث محتوى IPTV mobile كاملاً عن طريق الانترنت. لذلك تم استخدام البث المتعدد من خلال الأقفنية المتعددة multi-channel multicast مع عدد قليل من القنوات اللاسلكية.

2- أهمية البحث وأهدافه:

لجعل خدمات IPTV mobile 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. أمثلة 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 تحسين جودة خدمة IPTV VoD للمستخدم المتنقل ضمن الجيل الرابع من الشبكات الخليوية وخاصة LTE وبنفس البنية التحتية الموجودة ومحاولة الإستفادة القصوى من المصادر الراديوية المتاحة.

3- طريقة البحث:

- استند هذا البحث في مرحلة الدراسة والتصميم على الموضوعات التالية:
- دراسة خوارزميات التقطيع والتوزيع للمحتوى التلفزيوني بنوعها الستاتيكي والديناميكي .
 - دراسة توزيع المصادر الراديوية لخدمة تأمين الوسائط المتعددة بالبت والإرسال المتعدد (Multimedia Broadcast Multicast Service) MBMS ضمن شبكات LTE.
 - تقديم دراسة تحليلية لجودة الخدمة QoS بهدف التحسين من خلال العمل على بارامتر التأخير الزمني Delay time وخسارة الخانة Bit Loss التي تم العمل على تحسينها من خلال تطوير خوارزمية دمج بين الطريقة الستاتيكية والديناميكية لتقطيع بيانات المحتوى التلفزيوني وتموضعها ضمن القنوات الفيزيائية في شبكات الجيل الرابع وخاصة LTE.
 - محاكاة النتائج باستخدام برنامج الماتلاب ومقارنتها مع الدراسات والأبحاث المرجعية.

4- خوارزميات التقطيع والتوزيع للمحتوى التلفزيوني:

تُصنف أنظمة التقطيع والتوزيع لبت المحتوى إلى صنفين هما البث الستاتيكي Static والديناميكي Dynamic. ويوضح الجدول (1) أصناف أنظمة التقطيع بنوعها الستاتيكي والديناميكي [2].

الجدول (1) : أصناف أنظمة التقطيع والتوزيع

<u>Static</u>		<u>Dynamic</u>	
SB (Staggered Broadcasting)	-	UD (Universal Distribution)	-
FB (Fast Broadcasting)	-	Channel –Based-heuristic	-
PB (Pagoda Broadcasting)	-	Dynamic heuristic	-
NPB (New Pagoda Broadcasting)	-	Dynamic Skyscraper	-

يتم في النظام SB بث الفيديو بشكل مستمر عند فواصل منتظمة خلال عدة أقنية. وقد ظهرت العديد من الأنظمة بعد SB التي تعتمد على تقسيم الفيديو إلى أجزاء Segments وتقوم ببثها خلال الأقنية بشكل منتظم أو غير منتظم. يعتمد نظام Skyscraper والنظام الهرمي على تقسيم الأجزاء غير المنتظم لضمان التنسيق بين عرض الحزمة الكبير و التأخير الزمني. يستخدم كلاً من FB, PB, NPB التقسيم المنتظم الذي يتطلب عرض حزمة صغير . يوضح الجدول (2) مثال عن نظام التوزيع الستاتيكي FB حيث تم تقطيع فيديو مكون من 7 أجزاء وتوزيعها على ثلاث أقنية. في هذا النظام, إذا أراد مستخدم جديد مشاهدة الفيديو, فإن عليه الإنتظار حتى يتم إعادة بث الجزء S1 مرة أخرى على القناة CH1 لمشاهدة الفيديو [2].

الجدول (2): جدولة الأجزاء في نظام FB [2].

Slot Number	0	1	2	3
Channel1 (CH ₁)	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁
Channel2 (CH ₂)	S ₂	S ₃	S ₂	S ₃
Channel3 (CH ₃)	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇

بالنسبة لأنظمة البث الديناميكية: يعتمد UD على نفس أسلوب التقسيم المنتظم المُتبع في نظام FB لكن يقوم بوضع الأجزاء ضمن الأقنية بشكل ديناميكي. ويوضح الجدول (3) جدولة الأجزاء مع نظام UD الديناميكي حيث يفرض طلب مستخدم جديد الفيديو عند الحيز Slot₀, سيتم إرسال الأجزاء S₁~S₄ للمستخدم من الحيز Slot₁ ~ Slot₄ ويتم تأخير الأجزاء الناجحة بعد S₁ لزيادة المشاركة عندما يكون البث المستمر مُتاح. وبعد فاصل زمني معيّن عند وصول طلب جديد عند الحيز Slot₃, يقوم نظام UD بوضع S₁ عند الحيز Slot₄ بالقناة CH₁ والأجزاء S₂, S₃ عند الحيز Slot₅, Slot₆ من القناة CH₂ والأجزاء S₄~S₇ عند Slot₄~Slot₇ من القناة CH₃. بعدئذٍ عندما يطلب مشترك آخر الفيديو يقوم بإستقبال الأجزاء المشاركة على الأقنية. في حال تم طلب الفيديو عند الحيز Slot₄ من قبل مستخدم آخر, سيقوم هذا النظام بوضع الأجزاء S₁ عند الحيز Slot₅ والجزء S₄ عند الحيز Slot₈ على الترتيب [2].

الجدول (3) الجدولة الديناميكية للأجزاء في نظام [2]UD.

Slot Number	0	1	2	3	4	5	6	7
Channel1 (CH ₁)		S ₁			S ₁	S ₁		
Channel2 (CH ₂)			S ₂	S ₃		S ₂	S ₃	
Channel3 (CH ₃)					S ₄	S ₅	S ₆	S ₇

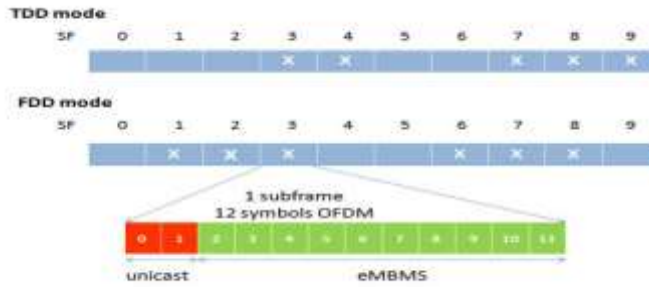
إن هذا النظام يحقق استخدام فعال للقناة مقارنةً مع التوزيع الستاتيكي لأنه يقوم بعملية التوزيع اعتماداً على طلب المستخدمين.

تُقسم خدمة الفيديو عند الطلب VoD لنوعين (True VoD) TVoD و (Near VoD) NVoD. يؤمن TVoD خدمة تفاعلية عن طريق تأمين عدة وظائف مثل "البحث السريع، إعادة التشغيل، تقديم أو تأخير، إيقاف"، وطالما أنه يقدم هذه الوظائف فإنه بحاجة لعدد كبير من الأقنية لإرسال البيانات من مخدّم الفيديو إلى كل مشترك. بينما يقوم NVoD بتكرار برنامج المحتوى التلفزيوني على عدة أقنية بالترتيب بدون تأمين أي تفاعل مع المستخدم.

5- توضع المصادر الراديوية لخدمات MBMS:

أحد أهم ميزات MBMS هي القابلية في تجهيز المصادر الراديوية بشكل مرّن، وهذا يعني أنه بإمكاننا ضبط عدد المصادر الراديوية اللازم لخدمات Unicast/Multicast. على سبيل المثال سيستهلك البث الحي والمباشر لمباراة نهائي القسم الأعظمي من المصادر الراديوية على الرغم من أن هناك واحد أو 2 subframes (إطار جزئي) مخصص فقط من أجل خدمة البث Broadcast. بينما يتم تخصيص من 6~10 إطارات جزئية لخدمات eMBMS ولكل إطار راديوي (10ملي ثانية) [3].

يتم ضبط مكان الإطارات الجزئية لإرسال eMBMS اعتماداً على نمط الإرسال في نظام LTE فيما إذا كان TDD أو FDD كما هو موضح بالشكل (1):



الشكل (1) توضع الإطارات الفرعية لخدمات eMBMS [3].

يتم إعلام الطرفية من خلال القناة MCCH عن مكان توضع الإطارات الجزئية لـ MBMS "إطارات MBSFN الجزئية" في كل إطار راديوي. بالتطبيق العملي يتم تعيين هذه المعلومات من خلال سلسلة من 6 خانات كل واحدة منها تشير إلى إطار جزئي. عندما يتم ضبط الإطار الجزئي لبيانات eMBMS ستكون قيمة الخانة "1" [3].

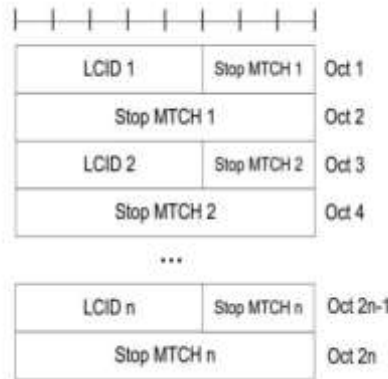
يعطي معيار توضع الإطارات خيارين لتوضع الإطارات الفرعية ليلايبي متطلبات خدمات eMBMS : سلسلة من 6 خانات أو 24 خانة. بهذه الطريقة ستكون الشبكة مرنة أكثر من ناحية ضبط المصادر الراديوية لخدمات Unicast, Broadcast & Multicast.

كما يتم ضمن كل إطار MBSFN جزئي تخصيص أول رمز Symbol أو أول رمزين للإرسال الأحادي Unicast في قناة التحكم الفيزيائية PDCCH (Physical Downlink Control Channel) والتي تُستخدم بشكل أساسي في عمليات الجدولة في الوصلة الصاعدة [3].

في شبكات MBSFN, تتزامن مجموعة من الخلايا مع بعضها لإرسال المحتوى التلفزيوني Broadcast/Unicast ضمن منطقة جغرافية تُعرف بإسم MBSFN area. يتم تخديم واحدة أو أكثر من الخدمات ضمن نفس المنطقة. يتم تصنيف هذه الخدمات اعتماداً على متطلبات جودة الخدمة QoS أي أن المستخدمين الذين طلبوا مشاهدة نفس الفيديو وبنفس المجموعة سيكون لهم نفس مستوى جودة الخدمة.

استناداً إلى متطلبات جودة الخدمة، سيتم إرسال جميع الخدمات ضمن نفس المنطقة باستخدام نظام تشفير وتعديل واحد MCS (Modulation Coding Scheme) من خلال قناة مخصصة لنقل eMBMS لذلك تُدعى MCH (Multicast Channel) قناة الإرسال المتعدد. وهذا التصميم يسمح لمنطقة MBSFN واحدة بتأمين عدّة خدمات eMBMS مجمعة تجميعاً زمنياً استناداً إلى الخصائص المميزة لـ GPP3 وآلية النقل خلال قنوات MCHs [3]. يطلق على الفترة الزمنية التي يتشارك فيها كل الـ MCHs المصادر الراديوية بفترة CSA (Common Subframe Allocation) وتقاس بوحدة "الإطار الراديوي". يتم تأمين الموقع الدقيق وعدد الإطارات الفرعية المتوضعة للـ MCH بأوقات محدّدة وبرسائل معلومات تحكم محدّدة تُدعى برسائل MCCH (Multicast Control Channel Message).

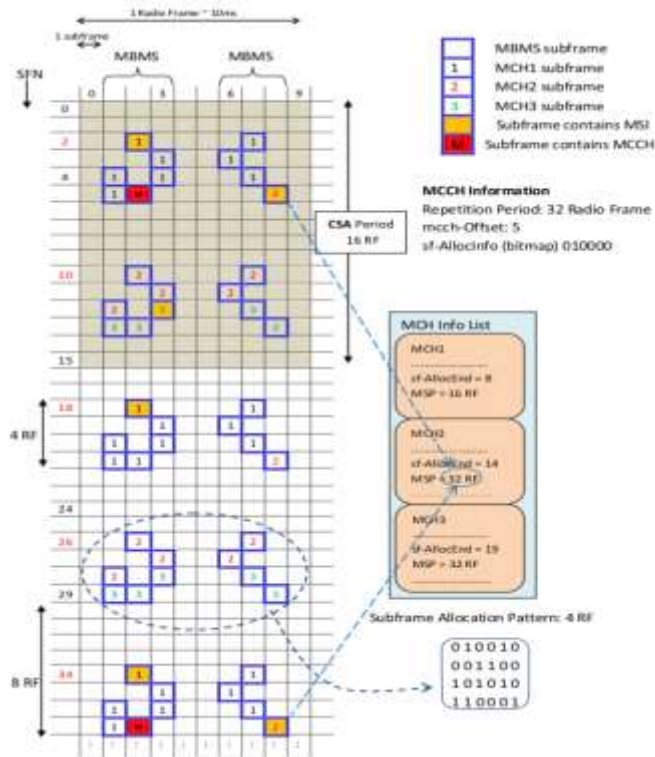
يتم تأمين معلومات الجدولة بشكل منكرر من خلال عنصر تحكم يدعى MSI (MCH Scheduling Information). يتم سرد كل الخدمات (MTCHs) معاً مع المعرّف المنطقي المرافق لها (LCID (Logical Channel Identity) بالنسبة لكل MSI ويدعى آخر رقم منسوب للإطار الجزئي الأخير من أجل LCID بـ StopMTCH كما هو موضح بالشكل (2).



الشكل (2) توضع عناصر التحكم لـ MSI [3GPP TS36.321].

يتم إرسال الـ MSI عند بداية فترة الجدولة للـ MCH MSP (MCH Scheduling Period) وتكون هذه المدة صغيرة جداً بالمقارنة مع فترة رسالة

MCCH مما يجعل عمليتي التجميع والجدولة للـ MTCHs (أي خدمات eMBMS) أكثر ديناميكية. يوضح الشكل (3) مثال عن توزيع المصادر الراديوية للـ eMBMS، حيث يشير المحور الأفقي إلى عشر إطارات جزئية بإطار راديوي واحد RF (Radio Frame) والمحور العمودي يشير إلى الإطارات الراديوية. يبين هذا المثال تخصيص مصادر MBSFN من أجل نمط الإرسال FDD (تعيين الإطارات الجزئية 1,2,,7,8 كما في الشكل (1)).



MCHs ويتم تجميعها زمنياً بفترة من 16 RFs. وتُعطى الإطارات الجزئية لكل MCHs برسالة MCCH ويتم تمييزها برقم مقابل لمؤشر MCH (1 أو 2 أو 3) [3]. يمكننا من خلال هذا المثال أن نجد بأن الإطار الجزئي الأخير من الـ MCH1,2 هو 8 و14 على الترتيب (بارامتر sf-Allo-end), هذا يعني أنه في MCH 1 ستأخذ الإطارات الجزئية قيمة مؤشر من 0 لـ 8 ولا MCH 2 المؤشر من 9 لـ 14 (نلاحظ هنا أن المؤشر يأخذ بعين الاعتبار فقط إطارات MBSFN الفرعية). يتم الإشارة إلى الإطارات الجزئية المتضمنة عنصر التحكم MSI باللون الأصفر ويمكن أن تكون فترة تكرار MSI لكل MCH مختلفاً (16 RFs to MCH1 and 32 RFs to MCH2) [3].

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

تعتمد خوارزمية البحث على تطوير خوارزميات التقطيع والبث الستاتيكية المقترحة والمذكورة سابقاً. حيث أنه وبالرغم من أن الخوارزمية ذات التكرار الثنائي الثابت قد أبدت تحسناً من ناحية خسارة الخانة والتأخير الزمني، إلا أنها لاتزال تستهلك المصادر الراديوية بشكل كبير وخاصةً عندما يكون المحتوى التلفزيوني غير مطلوب أو شائع الاستخدام.

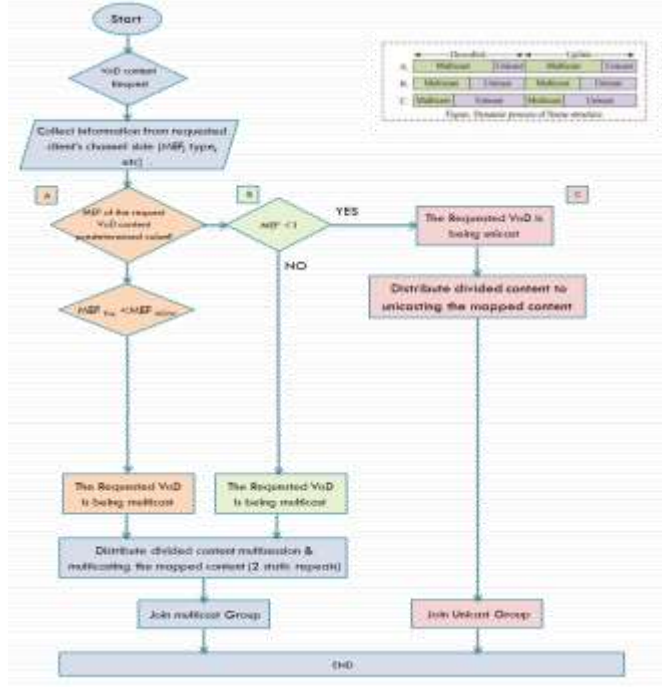
لذلك تم العمل على تطوير آخر للخوارزمية الستاتيكية الثنائية التكرار بحيث يتم إضافة معامل جديد وهو معامل فعالية البث المتعدد (MEF Multicast Efficiency Factor). حيث اقترح المطورون معيار لدعم خدمة الفيديو عند الطلب VoD وهو MEF لفحص الإستجابة/الطلب على المحتوى التلفزيوني من قبل المشاهد ومعامل لإرسال المحتوى بالارسال المتعدد أو الارسال الوحيد الإتجاه عبر الشبكة. أي أن هذا المعامل MEF سيكون بمثابة مؤشر لفعالية الإرسال المتعدد Multicast بالنسبة للإرسال وحيد الإتجاه Unicast. على سبيل المثال إذا كان $MEF=1$ سيكون للإرسال المتعدد والأحادي نفس الفعالية. وإذا كانت $MEF < 1$ سيكون Unicast فعالاً أكثر من Multicast أما إذا كانت $MEF > 1$ فسيكون Multicast فعالاً أكثر من Unicast. تعطى معامل الفعالية بالعلاقة التالية :

$$MEF = \frac{\lambda_i}{\left[\log_2 \left(\frac{L_i}{S_d} + 1 \right) \right] \mu_i} \quad (1)$$

حيث: λ_i تشير إلى معدّل الطلب على المحتوى، μ_i تشير إلى معدّل الخدمة للتدفق ويعطى بالعلاقة:

$$\mu_i = \frac{1}{L_i} \quad (2)$$

L_i : طول المحتوى i , S_d (start-up-delay) زمن التأخير الأولي.
 بالاعتماد على MEF , وبالإضافة إلى تقليل تكرار الجزء بشكل ثابت من 4 إلى 2 وبناءً على معدّل طلب المشتركين للمحتوى التلفزيوني سنحقق إستفادة أكبر من المصادر الراديوية بما يمكننا من توزيع محتوى تلفزيوني بشكل أفضل [1].
 وبالتالي فإن هذا النظام يحقق استخدام فعال للقناة مقارنةً مع التوزيع الستاتيكي لأنه يقوم بعملية التوزيع اعتماداً على طلب المستخدمين.
 يتم الاعتماد على التوزيع الستاتيكي كخطوة أولى وتحضيرية للتوزيع الديناميكي وبعد ذلك يتم التوزيع الديناميكي حيث تم التعديل على المخطط التدفقي المقترح في [1] ليلائم المقترح كما هو موضح بالشكل (4).



الشكل (4) المخطط التدفقي للخوارزمية المقترحة.

في البداية تتم دراسة طلب VoD وبعد ذلك قيمة معامل MEF التي تُحدّد البث فيما إذا كان متعدد multicast أو أحادي unicast. ليتم بعد ذلك عملية التقطيع والتوزيع على الألفية المتعددة.

تم اقتراح خوارزمية مختلطة (ستاتيكية- ديناميكية) لإختيار أفضل توضع للأجزاء ضمن المصادر الراديوية وتقليل احتمال الخطأ لأقل قيمة ممكنة.

7- التطوير المقترح:

لزيادة سعة النظام وفعالية استخدام مصادر الشبكة تم اقتراح خوارزمية مختلطة لتقطيع وتوزيع المحتوى التلفزيوني على المصادر الراديوية. حيث يتم تعريف خوارزمية تحكم بالخدمة وفق النقطتين التاليتين :

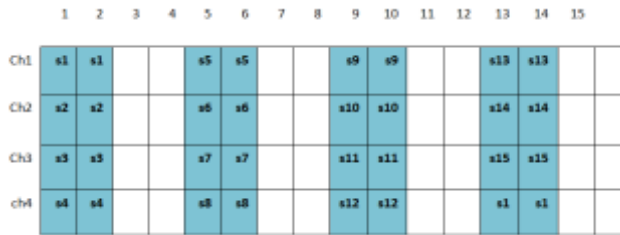
1- عدد من المستخدمين يحاولون الولوج لنفس المحتوى التلفزيوني بنفس الوقت.

2- تخصيص أكثر من نوع من المحتوى المعروض بأقل عدد من الأفنية أي بكلمات أخرى تقليل عدد الأفنية المستخدم مما يحقق فعالية أكبر لاستخدام المصادر الراديوية .

في هذا البحث تم تطوير هذه الخوارزمية بحيث يتم الاستفادة بشكل أفضل من المصادر الراديوية فتم تقليل عدد التكرارات الثابت لكل جزء من 4 إلى 2 بمرحلتين ستاتيكية وديناميكية مختلطة كما هو موضح بالشكل (5) و(6) و(7) على الترتيب بالنسبة لفيديو بطول 150 ثانية وكل جزء 10 ثانية.



الشكل (5): النظام الستاتيكي لتوضع أجزاء البيانات لخدمة VoD [4].



الشكل (6): النظام المقترح الستاتيكي لتوضع أجزاء البيانات لخدمة VoD.



الشكل (7): النظام المقترح المختلط (ستاتيكي - ديناميكي) لتوضع أجزاء البيانات لفيديوين لخدمة VoD.

8- نتائج المحاكاة والمناقشة:

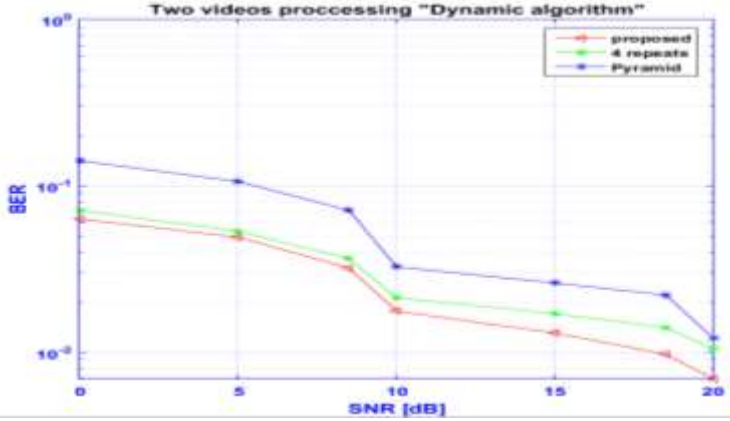
الجدول(4) بارامترات المحاكاة للنظام المقترح

Simulation Input	SNR:0,5,8,10,15,18,20 dB
	Video Length: one or 2 videos (150 sec)
	Segment of the data :S1 , S2 ,S15
	Segment allocation algorithm
Simulation Output	Packet Error Rate, Bit Error Rate for 3 algorithms
	Delay time(seconds) for every segment for all three algorithms

يركز هذا البحث على دراسة ومحاكاة القناة التشاركية الفيزيائية للوصلة الهابطة (PD-SCH) حيث لم يتمكن من إجراء 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 وتوزيع الأجزاء على القنوات الفيزيائية فإن ذلك لن يؤثر على حسابات خسارة الخانة والتأخير الزمني.

تم العمل على النمط (FDD (Frequency Division Duplex) ضمن بيئة المحاكاة المتمثلة بإستخدام (m-files) في برنامج MATLAB 2015 وفقاً لعدة بارامترات أساسية وبارامترات مقترحة. كما تم استخدام مخطط AMC (Adaptive Modulation and Coding technique) [5] من أجل الملائمة عند طرفي المرسل والمستقبل وإستخدام شيفرات turbo.

تمت محاكاة جودة خدمة MBMS في نظام LTE المتمثلة بحساب معدل خطأ الخانة مع التعديلات المقترحة على خوارزمية التقطيع والتوزيع للمحتوى الفيديوي ضمن الألفية الفيزيائية بعد تحديد البارامترات الأساسية للنظام كمدخلات في طرف الإرسال حيث يوضح الجدول (4) بارامترات المحاكاة للنظام المقترح. 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) كنسبة إستطاعة الإشارة الى الضجيج SNR.



الشكل (8): منحنى BER من أجل خدمة MBMS في نظام LTE، مرةً من أجل الخوارزمية الهرمية ومرةً أخرى من أجل الخوارزمية الرباعية التكرار ومرةً أخرى لثنائية التكرار الديناميكية المقترحة، من أجل 1000 تكرار لكل SNR ومن أجل فيديو .

يوضح الشكل (8) منحنى BER من أجل خدمة MBMS في نظام LTE، مرةً من أجل الخوارزمية الهرمية ومرةً أخرى من أجل الخوارزمية الرباعية التكرار ومرةً أخرى لثنائية التكرار الديناميكية المقترحة، من أجل 1000 تكرار لكل SNR ومن أجل فيديو. يتم حساب قيمة BER من أجل قناة غوص من خلال العلاقة التالية:

$$\gamma_b = \frac{E_b}{N_0} \quad (3)$$

والتي ترتبط مع قيمة SNR بالعلاقة التالية:

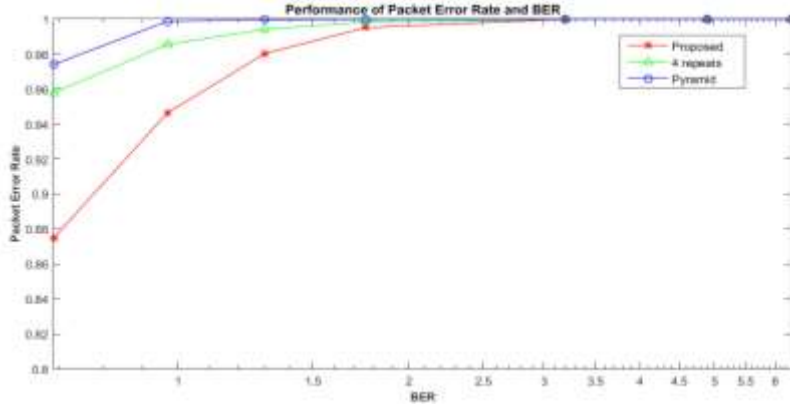
$$SNR = \left(\frac{F_s}{Bw}\right) \left(\frac{E_s}{N_0}\right) = N_b \left(\frac{F_s}{Bw}\right) \left(\frac{E_b}{N_0}\right) \quad (4)$$

لحساب معدّل خسارة الرزم نستعين بالعلاقة(5):

$$P_E = 1 - (1 - P_e)^L \quad (5)$$

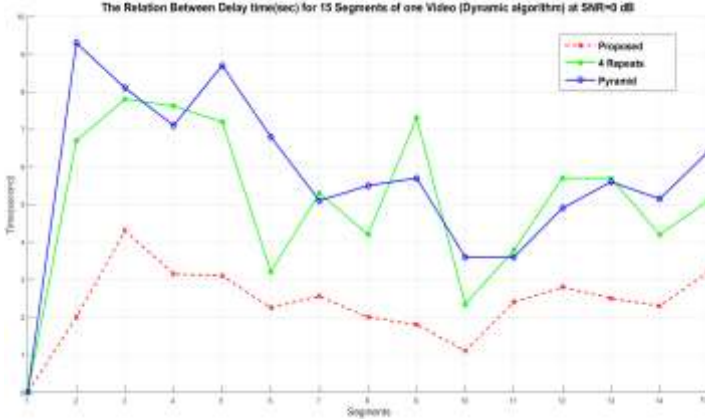
حيث P_E معدّل خسارة الحزم، P_e : معدّل خسارة الخانة، L : طول المحتوى الفيديوي.

ومن أجل قيم BER التي حصلنا عليها من أجل فيديو بطول 150 ثانية مختلفين ولكن كلاهما يحتاج 15 جزء و4 أقنية لتوزيعها وتطبيق الخوارزمية المقترحة يكون لدينا الشكل (9).

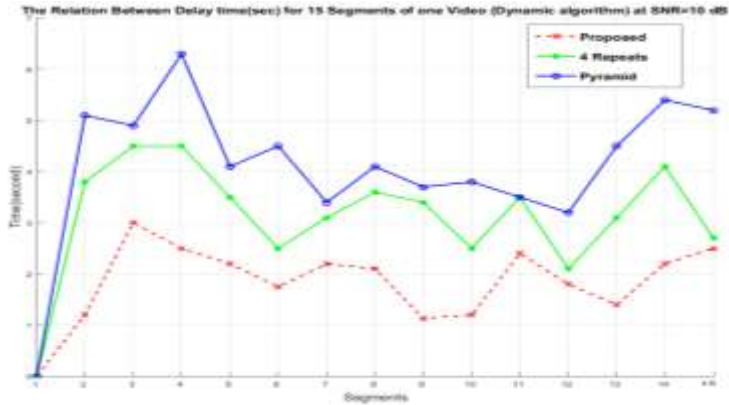


الشكل (9) معدّل خسارة الرزم بالنسبة لمعدل خسارة الخانة BER من أجل فيديو.

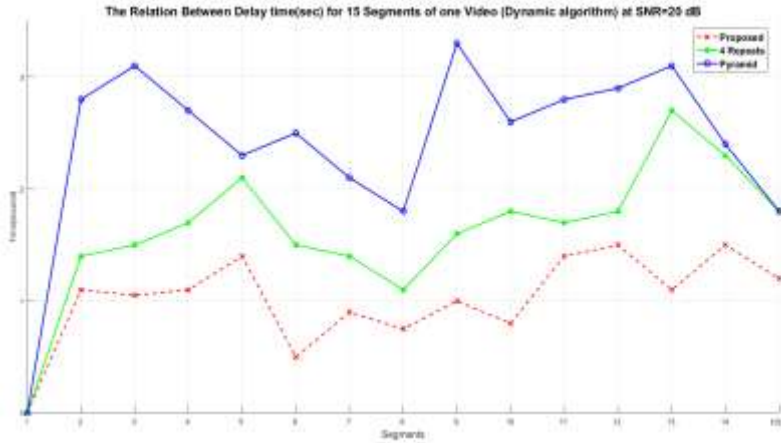
أما بالنسبة للتأخير الزمني، تمت الدراسة بالاعتماد على البارامترات الموضحة بالجدول (4) ولكل جزء من الأجزاء للخوارزمية المقترحة ومقارنتها مع الخوارزمتين الهرمية وذات التكرار الرباعي. وقمنا برسم النتائج من أجل عدّة قيم SNR كما هو موضح بالشكل (10) من أجل SNR=0dB والشكل (11) من أجل SNR=10dB والشكل (12) عند SNR=20dB.



الشكل (10): منحنى التأخير الزمني (ثانية) بالنسبة لأجزاء المحتوى التلفزيوني عند SNR=0dB، مرة من أجل الخوارزمية الهرمية ومرة أخرى من أجل الخوارزمية الرباعية التكرار ومرة أخرى لثنائية التكرار المختلطة المقترحة.



الشكل (11): منحنى التأخير الزمني (ثانية) بالنسبة لأجزاء المحتوى التلفزيوني عند $SNR=10dB$ مرة من أجل الخوارزمية الهرمية ومرة أخرى من أجل الخوارزمية الرباعية التكرار ومرة أخرى لثنائية التكرار المختلطة المقترحة.



الشكل (12): منحنى التأخير الزمني (ثانية) بالنسبة لأجزاء المحتوى التلفزيوني عند $SNR=20dB$ مرة من أجل الخوارزمية الهرمية ومرة أخرى من أجل الخوارزمية الرباعية التكرار ومرة أخرى لثنائية التكرار المختلطة المقترحة.

من الواضح أن أداء النظام عند استخدام خوارزمية التقطيع الديناميكية المقترحة أفضل بكثير من استخدام خوارزمية التقطيع الهرمية والخوارزمية ذات التوزع الرباعي التكرار ومن أجل نفس الشروط ونفس بارامترات النظام. فمثلاً يصل معدل خطأ الخانة $BER=6.3 \times 10^{-2}$ من أجل $SNR=0$ dB عند استخدام الخوارزمية المقترحة بينما يصل BER إلى 7×10^{-2} و 14.1×10^{-2} بالنسبة للخوارزمية الرباعية والهرمية على الترتيب.

كذلك عند دراسة التأخير الزمني نجد تفوقاً واضحاً للخوارزمية الديناميكية المقترحة مقارنةً مع الخوارزمتين السابقتين بالنسبة لعدة قيم SNR: 0,10,20dB. فمثلاً من أجل SNR: 0dB وصل التأخير لـ 3 ثانية عند الجزء الثالث من المحتوى التلفزيوني بينما كانت 7 ثانية عند الخوارزمية الهرمية و 7.5 ثانية للخوارزمية ذات التكرار الرباعي وعند SNR=10dB وصل التأخير الزمني 2.5 ثانية بينما كان التأخير الزمني عند الخوارزمية الهرمية تقريباً 6.5 ثانية بالنسبة لنفس الجزء و 4.5 ثانية من أجل الخوارزمية الرباعية التكرار لنفس الجزء وعند قيمة SNR=20dB كانت معظم التأخيرات الزمنية للأجزاء تتراوح بين نصف ثانية حتى ثانية ونصف لحد أقصى.

9- الخاتمة والاستنتاجات: Conclusion and Resultants

قدّم هذا البحث دراسة لخوارزميات التقطيع والتوزيع للمحتوى التلفزيوني بنوعها الستاتيكي والديناميكي. كما تم دراسة توزيع المصادر الراديوية لخدمة تأمين الوسائط المتعددة بالبث والإرسال المتعدد (Multimedia Broadcast (MBMS (Multicast Service) ضمن شبكات LTE.

تم اقتراح خوارزمية مختلطة (ستاتيكية -ديناميكية) 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 المقترح حاسوبياً باستخدام MATLAB 2015. أظهرت نتائج المحاكاة أداءً متفوقاً للتحسين المقترح ضمن نفس المعايير والشروط. حيث تم تحسين جودة الخدمة QoS من خلال معاملين هما: معدل خطأ الخانة والتأخير الزمني بنسبة متوسطة تصل إلى مرتين أفضل من الخوارزميات التي تمت المقارنة معها. 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 للمنتقل.

المراجع

- [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] Han K, Kwang M, Hee Y.,2011- **An Effective Batching Scheme Combining Static Multicasting with Dynamic Multicasting for Mobile IPTV.** IEEE, Korea.
- [3] 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.
- [4] Khaltmaa C.,2010- **Study on High Reliable IPTV Transmission System Over Cellular Network.**MSc Thesis, Japan, 63.
- [5] 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.
- [6] www.mathworks.com