Dedication

To my parents ... ...

The two lights of my life
Who gave me alot ,
and miser me not.
To all those whom I love.

Acknowledgement

First, I would like to thank Allah, the Merciful, for giving me the power and health to do this work.

I would like to express my sincere gratitude to my supervisor Dr. Rashid A. Saeed for his keen supervision unlimited help and invaluable guidance.

I am indebted to the Sudan University of Science and Technology for providing the facilities to conduct this work.

I would like to express my thanks and profound gratitude to Mr. Mohammad Hassan, for his support and his valuable suggestions.

Lastly, grateful acknowledgement is made to all those who participated with their time, effort, advise and knowledge to make this a successful study.

Abstract

A femtocell is a small cellular base station recently developed which designed for use in residential or small business environments. Femtocell technology has drawn considerable attention as a cost-effective mean to improve cellular coverage and capacity. Data loading and offloading to the macro Base Station (mBS) is supported through internet backhaul (IP broadband network) which exhibits the

uniqueness of this technology. However the IP broadband network is usually owned and managed by third party and not by the mobile operator, which complicated the synchronization. Synchronization is one of the most significant issues in femto-cellular networks to guarantee an acceptable clock offset and skew, which leads to severe interference between femtocell BSs and/or between femtocells BS and macrocell BSs, where both are working in same frequency under a licensed spectrum. Recently some existing algorithms and techniques have been developed in order to synchronize the clocks, and one of them (more recent) MS-Assisted Receiver-Receiver Time Synchronization Strategy for femtocell. But this strategy is not fully covered in all situations if there has no Mobile Station for a long time in any of fBS network and make network overhead by generating the message flooding for a large number of fBS node. In this research, lightweight synchronization scheme is proposed which functions through intra-cluster and inter-cluster synchronization scheme and added between them as enhancement intermediate nodes selection if the Cluster Head cannot see neighbor CH and by using the Hybrid Wireless Mesh Protocol (HWMP) to select one intermediate node, and so we get the best way to access neighboring CH to update clocks and synchronize the clusters. The proposed scheme provides high scalability and works in a decentralized manner which can support a large number of

fBS networks with a satisfactory performance level in term of synchronization accuracy. The proposed lightweight inter-cluster synchronization scheme is compared with the MS-Assisted Receiver-Receiver time synchronization strategy for femtocells. The analytical results show that synchronization accuracy can be achieved up to 60% higher than MS-Assisted Receiver-Receiver time synchronization strategy for femtocells.

المستخلص

الخليه متناهيه الصغر

في بيئات العمل الصغيره أوالسكنيه. ونظرا لفعاليتها من حيث التكلفة في تحسين السعة والتغطية للاتصالات الخلوية جذبت تقنية الخليه متناهيه الصغر الكثير من الاهتمام حيث تسمح بتحميل و تفريغ البيانات إلى محطة القاعدة الماكرو من خلال الإنترنت(شبكه بروتوكول الانترنت ذات النطاق العريض) والذي يعطي التفرد لهذه التقنية, ومع ذلك شبكه بروتوكول الانترنت ذات النطاق العريض عاده ماتكون مملوكه ومداره من قبل طرف ثالث وليس فقط مشغلي الهاتف المحمول ممايعقد عمليه التزامن. التزامن يعتبر أحد أهم القضايا في شبكة الاتصالات الخلوية المتناهيه الصغر و ذلك لأن التزامن يضمن للساعة إزاحة وانحراف مقبولين. التداخل هو أحد التحديات التي تظهر بسبب عدم تزامن محطات القاعده المتناهيه الصغر فمن المعروف أن محطات القاعدة المتناهيه الصغر و محطات القاعدة الصغيره تعملان على نفس التردد تحت الطيف المرخص وبالتالي يمكن أن تتداخل محطات القاعدة المتناهيه مع محطات القاعدة الصغيره كما أنه يمكن أيضاً أن تتداخل محطات القاعده المتناهيه الصغر مع بعضها البعض إذا كان هناك عدة وحدات متقاربة. مؤخرا تم تطوير بعض الخوارزميات والتقنيات لمزامنة الساعات, وواحده منهم (الاحدث) مخطط مزامنه الوقت باستخدام الهاتف المحمول لكن هذا المخطط لايقدم لنا تغطيه كامله في جميع الحالات حيث انه لاضمان لوجود هاتف محمول لفترات طويله في اي شبكه محطه قاعده متناهيه الصغر بالاضافه هذا المخطط يزيد من حمل الشبكه عن طريق توليد فيض من الرسائل وذلك عند وجود عدد كبير من محطات القاعدة المتناهيه الصغر . في

هذه الأطروحة تم اقـتراح مخطـط تزامـن المجموعـات المجملـه خفيـف الـوزن(الشـفاف) و الـذي يعمـل مـن خلال المجموعـات ومخطـط تزامـن المجموعـات البينيـة و المجموعـات المجملـه. واضيف بينهما اختيـار عقـد وسـيطه وذلـك فـي حـال ان العقـده الرئيسيه لم تتمكـن مـن الوصـول الـى جارتهـا العقـده الرئيسـيه وكذلك تم استخدام بروتوكول التوجيه للشبكات الاسلكيه الهجينه لاختيار عقده واحده ذات افضل مسار لتحديث ومزامنه السـاعات المجاوره. مخطط التزامن خفيـف الـوزن يهـدف بشـكل رئيسـي على خفض خطأ توازن وانحـراف السـاعة وكـذلك مقـدار الحمـل للرسالة. المخطط المقترح يقدم قابليـة عاليـة و يعمـل بطريقـة غير مركزية كما أنه قابل للتكيف مع عدد كبير من شبكات محطـة القاعدة المتناهيه الصغر ممـا يضـمن أداء مرضـيا لدقـة الـتزامن. في التقرير النتيجة تُظهر أن دقـة الـتزامن أفضـل بنسـبة سـتين بـالمئة بالنسـبة إلـى الأعمـال السـابقه (مخطـط مزامنـه الـوقت باستخدام الهاتف المحمول).

Contents

List of Tables

Tables Description **Page Number**

List of Figures

List of Abbreviations

3G	Third Generation
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AODV	Ad Hoc on Demand Distance Vector
BS	Base Station
CBRP	Cluster-based Routing Protocol
CDMA	Code Division Multiple Access

CDR	Clock Drift Ratio
CH	Cluster Head
CM	Cluster Member
DAS	Distributed Antenna Systems
DSL	Digital Subscriber Line
FAP	Femtocell Access Point
fBS	femtocell Base Station
FMS	Femtocell Device Management System
FNG	Femtocell Network Gateway
FRCA	Fuzzy Relevance-based Cluster head selection Algorithm
FRD	Fuzzy Relevance Degree
FSV	Fuzzy State Viewing
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
GUI	Graphical User Interface
HSDPA	High Speed Data Packet Access
HWMP	Hybrid Wireless Mesh Protocol
ICMP	Internet Control Message Protocol
ID	Identifier
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IN	Intermediate Node
IP	Internet Protocol
LSA	Link-state Acknowledgment
LTE	Long Term Evolution
MATLABS	MATrix LABoratory
mBS	macro Base Station
M-hop	Multi-hop

MPs	Mesh Points
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Switching Center
NTP	Network Timing Protocol
PSTN	Public switched telephone network.
PTP	Precision Timing Protocol
QoS	Quality of Service
RBS	Reference Broadcast Synchronization
SCAM	Scenario-based Clustering Algorithm for Mobile ad hoc networks
SeGW	Security Gateway
SNTP	Simple Network Timing Protocol
SOHO	Small Office and Home Office
SYNC	Synchronization Time
TDD	Time Division Duplex
UDP	User Datagram Protocol
UEs	User-Equipments
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VDSL	Very-high-bit-rate digital subscriber line
WACA	Weighted-based Adaptive Clustering Algorithm
WiFi	Wireless Fidelity
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WMASNs	Wireless Mobile Ad hoc Sensor Networks