

LTE HeNB干擾降低演算法 實測報告

盟創科技股份有限公司, 新竹
MitraStar Technology Co. Ltd, Hsinchu

交通大學, 新竹
National Ciao Tung University, Hsinchu

摘要：

本技術報告說明使用LTE家用小型基地台在交通
大學電資大樓場地實測降低干擾演算法結果。

1. 前言

自行動通訊發展開始，有關行動通訊系統及網路分析研究上，干擾議題一向是相當重要且不可或缺的課題，而此問題也一直是阻礙家用小型基地台發展的絆腳石之一，這些干擾將影響使用者聯網品質，造成網路延遲、斷線以及訊號消失等問題。

此次在交通大學電資大樓二樓進行實測，相較於實驗室的單純，在開放空間中，各式干擾產生的變化及不可控制性，能讓測試更貼近使用者經驗。

利用四台LTE家用小型基地台(HeNB)及不同個數的使用者裝置(UE)，做小規模高密度HeNB干擾測試，以期預見將來佈建高密度HeNB所產生的干擾狀況，並且使用交大MC3實驗室所提出的降低干擾演算法[1]，藉此實測評估此演算法的效能。

2. 實測變數設定

固定條件: 使用4台HeNB。

1. EARFCN 3350 (Band 7)。
2. Bandwidth 20MHz。
3. Reference Signal Power -13 dBm。

變異條件:

1. 使用不同的使用者裝置數量(UE): 8UEs, 4UEs, 2 UEs。

3. 自動化測試輔助工具

此次實測使用交通大學BML實驗室開發的Mobile Field Trial工具，藉由一台中控主機的iperf controller server管理使用者裝置(Android 5.0以上版本的系統)以及主控主機上的iperf agent，控制 iperf agent啟動 iperf工具做傳輸，讓測試能夠自動化。測試完成後，還能將測試數據收集並傳送至另一台專職負責統計數據的主機，製做出統計

圖表等等，讓實際測試更加省時又順暢。

圖1說明了中控主機的基本功能包含 web server，iperf agent以及iperf controller server。測試人員可以透過圖形化介面(圖2)，控制參與測試的使用者裝置數量，傳輸資料的方(uplink/downlink)，以及測試時間等資訊。

目前的使用者裝置狀態也會一併顯示在圖形化介面上(圖3)，測試人員能藉此監控每個使用者裝置的連線是否仍存活(keep-alive)。

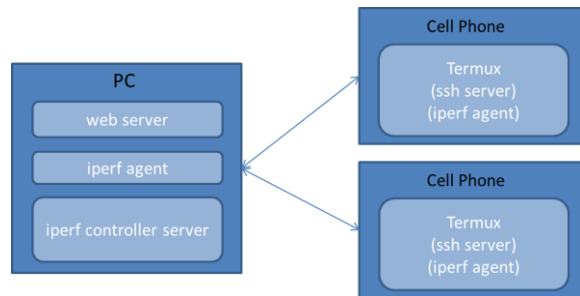


圖1-中控主機與使用者裝置架構圖

圖2顯示了測試設定值的截圖。設定如下：

Field	Value
Number of UE	8
Total time (second)	30
Start time (second)	5
End time (second)	20
Up/Down link	Down

圖2-測試設定值

圖3顯示了使用者裝置狀態的截圖。表格如下：

Alive	IP	Port	Capability	Last Alive Time
✓	10.100.13.100	42001	iperf	2017-02-09 10:32:08
✓	10.100.3.1	60136	iperf	2017-02-09 10:32:06
✓	10.100.3.144	41577	iperf	2017-02-09 10:32:06
✓	10.101.0.204	40761	iperf_server	2017-02-09 10:32:08

圖3-使用者裝置狀態

測試結束後，各個使用者裝置的傳輸速率會顯示如圖4。

Mobile Field Trial Report

Test Configuration

Number of UE	4
Total duration of iperf traffic generation	30
Period of iperf measurement	5 - 25
Up/Down link	down

Downlink Result

UE IP	Throughput (Mbps)
10.100.13.78	42.49922651407744
10.100.13.23	13.416868716525745
10.100.13.100	15.791598799260527
10.100.3.35	31.005792187086797
Overall	102.71348621695051

圖4- 使用者裝置傳輸速率

4. 4台HeNB與8台UEs

測試開始時，4台HeNB均處於服務狀態(in service)，並且Reference Signal Power設定為-13 dBm(表1)。測試配置圖如圖5，其中HeNB ID 229的家用小型基地台沒有服務任何使用者裝置，紅色箭頭表示為各個使用者裝置服務的基地台。

使用Mobile Field Trial工具完成測試後，8 UEs的傳輸速率如表2。

HeNB ID	Mode (In service/Sleep)	Reference Signal Power (dBm)
226	In service	-13
228	In service	-13
229	In service	-13
230	In service	-13

表1- 4台HeNB, 8台UE初始狀態設定

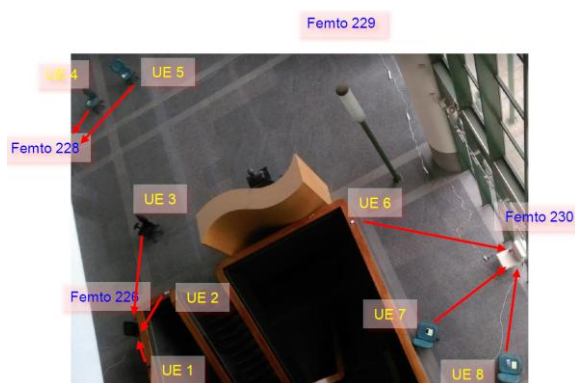


圖 5-4台HeNB,8台UE初始配置圖

UE IP Address	Downlink Throughput (Mbps)
10.100.13.23	15.048367679803311
10.100.13.111	13.136714236060325
10.100.3.35	21.94192898003089
10.100.13.122	3.547490918610743
10.100.13.100	15.58799200566365
10.100.3.2	6.499192545849076
10.100.3.122	26.913708470623437
10.100.3.134	4.8134302220546035

表2-8台UE下行速率 (開啟降干擾演算法前)

4.1 開啟降干擾演算法

由於HeNB ID 229的家用小型基地台沒有服務任何使用者裝置，因此，開啟演算法後，此基地台被設定進入睡眠模式(sleep mode)。而HeNB ID 226的家用小型基地台的功率被調降，以期UE傳輸速率的總合能最大化(表3,圖6)。

使用Mobile Field Trial工具完成測試後，8 UEs的傳輸速率如表4。

HeNB ID	Mode (In service/Sleep)	Reference Signal Power (dBm)
226	In service	-30
228	In service	-13
229	Sleep	-13
230	In service	-13

表3-開啟降干擾演算法後，4台HeNB模式調整及功率調整

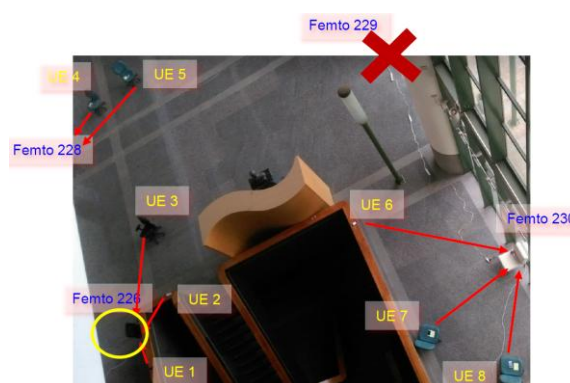


圖6-4台HeNB與8台UE配置圖 (開啟降干擾演算法後)

UE IP Address	Downlink Throughput (Mbps)
10.100.13.23	11.495258230858038
10.100.13.111	9.755367855250412
10.100.3.35	25.68725316593047
10.100.13.122	12.712026353596558
10.100.13.100	19.01917384673606
10.100.3.2	2.6111172707045447
10.100.3.122	42.93230285331972
10.100.3.134	3.3175950113045127

表4-8台UE下行速率 (開啟降干擾演算法後)

由表2及表4可得知UE下行速率增進了18.60%。

5. 4台HeNB與4UEs

測試開始時，4台HeNB均處於服務狀態(in service)，並且Reference Signal Power設定為-13 dBm(表5)。測試配置圖如圖7，其中HeNB ID 230的家用小型基地台沒有服務任何使用者裝置，紅色箭頭表示為各個使用者裝置服務的基地台。

使用Mobile Field Trial工具完成測試後，4 UE的傳輸速率如表6。

HeNB ID	Mode (In service/Sleep)	Reference Signal Power
226	In service	-13
228	In service	-13
229	In service	-13
230	In service	-13

表5-4台HeNB,4台UE初始狀態設定

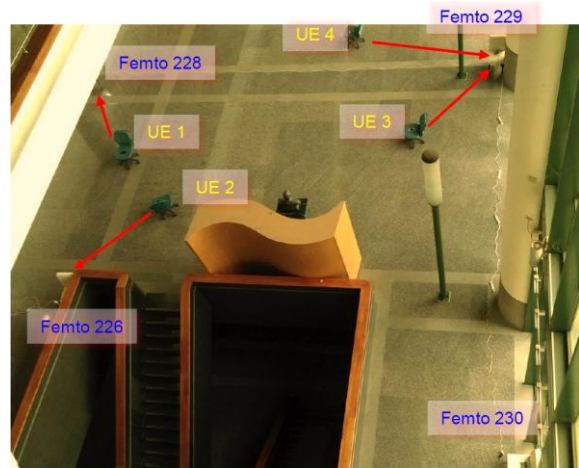


圖 7-4台HeNB,4台UE初始配置圖

UE IP Address	Downlink Throughput (Mbps)
10.100.3.45	13.508140194277498
10.100.13.23	27.322736425799196
10.100.13.100	8.992223279075674
10.100.3.144	12.057576138713456

表6-4台UE下行速率 (開啟降干擾演算法前)

5.1 開啟降干擾演算法

由於HeNB ID 230的家用小型基地台沒有服務任何使用者裝置，因此，開啟演算法後，此基地台被設定進入睡眠模式(sleep mode)。而HeNB ID 226的家用小型基地台的功率被調降，以期UE傳輸速率的總合能最大化(表7,圖8)。

使用Mobile Field Trial工具完成測試後，4 UE的傳輸速率如表8。

HeNB ID	Mode (In service/Sleep)	Reference Signal Power
226	In service	-30
228	In service	-13
229	In service	-13
230	Sleep	-13

表7-開啟降干擾演算法後, 4台HeNB模式調整及功率調整

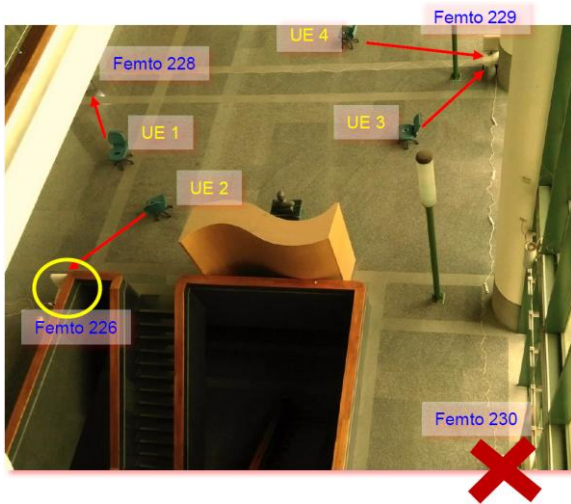


圖8-4台HeNB與4台UE配置圖
(開啟降干擾演算後)

UE IP Address	Downlink Throughput (Mbps)
10.100.3.45	12.294135488030468
10.100.13.23	55.99999160000125
10.100.13.100	7.711005242349747
10.100.3.144	18.217148636674704

表8-4台UE下行速率 (開啟降干擾演算法後)

由表6及表8可得知UE下行速率增進了52.18%。

6. 4台HeNB與2UEs

測試開始時，4台HeNB均處於服務狀態 (in service)，並且Reference Signal Power設定為-13 dBm(表9)。測試配置圖如圖9，其中HeNB ID 229，230的家用小型基地台沒有服務任何使用者裝置，紅色箭頭表示為各個使用者裝置服務的基地台。使用Mobile Field Trial工具完成測試後，2UEs的傳輸速率如表10。

HeNB ID	Mode (In service/Sleep)	Reference Signal Power (dBm)
226	In service	-13
228	In service	-13
229	In service	-13
230	In service	-13

表9-2台HeNB,2台UE初始狀態設定

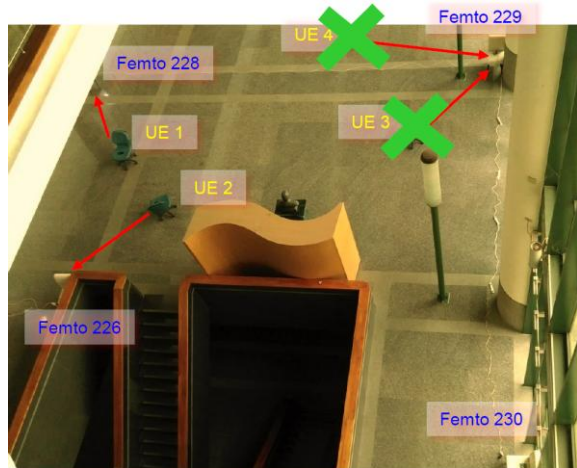


圖 9-4台HeNB,2台UE初始配置圖

UE IP Address	Downlink Throughput (Mbps)
10.100.13.23	26.93590160045665
10.100.13.100	8.356141190067788

表10-2台UE下行速率 (開啟降干擾演算法前)

6.1 開啟降干擾演算法

由於HeNB ID 229，230的家用小型基地台沒有服務任何使用者裝置，因此，開啟演算法後，此二基地台被設定進入睡眠模式(sleep mode)。而HeNB ID 226的家用小型基地台的功率被調降，以期UE傳輸速率的總合能最大化。

HeNB ID	Mode (In service/Sleep)	Reference Signal Power (dBm)
226	In service	-30
228	In service	-13
229	Sleep	-13
230	Sleep	-13

表11-開啟降干擾演算法，
4台HeNB模式調整及功率調整

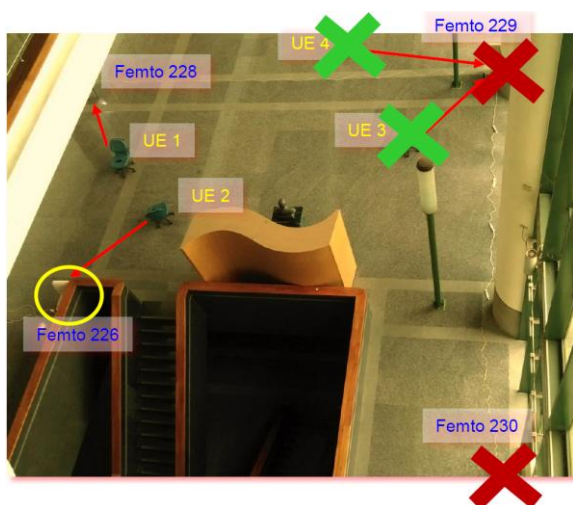


圖 10-4台HeNB與2台UE配置圖
(開啟降干擾演算法後)

UE IP Address	Downlink Throughput (Mbps)
10.100.13.23	46.499925600119035
10.100.13.100	8.915086791510785

表12-2台UE下行速率 (開啟降干擾演算法後)

由表10及表12可得知UE下行速率增進了 56.94%。

7. 使用者裝置傳輸速率比較表

執行降低干擾演算法後的傳輸速率總合及增進百分比列在表13，由此可知，[1]提出的演算法效能，無論使用者裝置數量多寡，在傳輸速率總合上均有相當亮眼的表現。

	Total Cell Throughput (Mbps)	Total Cell Throughput (Mbps) After Enabling Algorithm [1]	Total Cell Throughput Improvement
8 UEs	107.5	127.5	18.60%
4 UEs	61.9	94.2	52.18%
2 UEs	35.3	55.4	56.94%

表 13-UE傳輸速率及增進百分比

8. 結論

將家用小型基地台佈署在大型基地台(Marocell)服務範圍內，能夠增加整體通訊系統的容量(Capacity)，能改善大型基地台對室內訊號涵蓋範圍不足、訊號死角等問題，並且可成功卸載(Offload)大型基地台的負載量，最主要的優勢是佈建家用小型基地台所需成本較低，達到低成本開支下獲得較好的網路效能品質的目的。為了最大化頻譜使用效率，LTE要求frequency reuse factor為1，因此家用小型基地台被設定在相同頻帶下操作，此密集佈建的家用小型基地台之間將造成嚴重的干擾。

此次實測使用[1]提出的降低干擾演算法，實測結果顯示，在使用者裝置傳輸速率總合上有顯著的提升，可作為將來佈建大規模高密度家用基地台降低干擾演算法效能評估的重要參考依據。

參考文獻：

[1]

高效節能超密集小細胞之大數據自我組織網路

http://report.nat.gov.tw/ReportFront/report_download.aspx?sysId=C10502941&fileNo=001