

PEDECIBA Informática
Instituto de Computación – Facultad de Ingeniería
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Reporte Técnico RT 08-14

Informe final de actividades Grupo Simuladores

Franco Robledo

Sergio Nesmachnow

2008

Robledo, Franco, Nesmachnow, Sergio
Informe final de actividades Grupo Simuladores
ISSN 0797-6410
Reporte Técnico RT 08-14
PEDECIBA
Instituto de Computación – Facultad de Ingeniería
Universidad de la República

Montevideo, Uruguay, 2008

Informe Final de Actividades

Grupo Simuladores

Grupo Simuladores*

Resumen

Este documento presenta un informe de las actividades realizadas por el grupo Simuladores de la Actividad 6 del convenio ANTEL-FING “Análisis de la red 3G de ANTEL”, en el período del proyecto.

1. Introducción

El grupo de trabajo Simuladores fue creado con los objetivos de estudiar las herramientas de simulación disponibles para el Análisis de la red 3G de ANTEL en el marco del convenio. De acuerdo a la planificación original [1], las principales tareas del grupo de trabajo involucraban:

- Analizar en detalle los simuladores disponibles: Atoll (Alcatel), EURANE (ns-2) y eventualmente NetAct (Nokia).
- Analizar la posibilidad de integración de los simuladores Atoll y EURANE.
- Simular y evaluar para una celda en ambiente suburbano o rural la cobertura y el throughput HSDPA de un usuario ubicado en una posición cercana al borde de la celda.
- Preparar un taller teórico/práctico sobre los simuladores para el grupo de trabajo del convenio.

En el grupo de trabajo han participado: Sergio González, Raúl Hartmam, Daniel Muniz, Sergio Nesmachnow, Franco Robledo (subgrupo FING-InCo), Diego Lanzaro y Diego Vallejo (subgrupo ANTEL) y Pablo Giordano (subgrupo FING-IIE). El grupo Simuladores ha sido coordinado por Sergio Nesmachnow y Franco Robledo. La integración del subgrupo ANTEL se dio en forma tardía (octubre de 2007), limitando los resultados alcanzados en esta etapa sobre uno de los productos de simulación disponibles (simulador Atoll).

Además, durante el primer semestre de 2008 (puntualmente marzo de 2008) se integraron al Grupo Simuladores los estudiantes Martín Mutilva, Christian Clark, y Florencia Polcaro, quienes específicamente están trabajando en un proyecto de fin carrera de Ingeniería en Computación (tutores: Franco Robledo y Sergio Nesmachnow), donde, entre otros objetivos, se aborda el estudio profundo de la herramienta Atoll (adquirida por Antel) y el desarrollo de un módulo de

*Responsables: Dr. Ing. Franco Robledo Amoza y MSc. Ing. Sergio Nesmachnow - INCO.

interconexión con la herramienta Eurane para la realización de simulación de escenarios 3G. La ejecución de las tareas comprendidas en este proyecto de fin de carrera abarcarán todo el 2008, y como parte del producto final se brindará a Antel un Curso de Atoll y Aplicaciones a Simulación 3G.

En la reunión inicial del grupo Simuladores (setiembre de 2007) se planteó una lista de tareas refinada, que contemplaba las etapas de estudio e investigación sobre los productos de simulación disponibles [6]:

1. Homogeneizar conceptos sobre simulación en redes 3G (en base al documento de relevamiento generado en la etapa anterior).
2. Simulador EURANE
 - 2.1) Explorar detalles poco claros en el relevamiento.
 - 2.2) Analizar mecanismos de procesamiento de datos y resultados.
 - 2.3) Buscar una interfaz gráfica.
 - 2.4) Realizar un análisis de desempeño computacional.
 - 2.5) Analizar interfaces de integración con otros simuladores.
 - 2.6) Explorar facilidades para implementar e incorporar características del modelo (e.g. mecanismos de scheduling, manejo de QoS).
3. Simulador Atoll.
 - 3.1) Estudiar disponibilidad y funcionalidades.
 - 3.2) Analizar capacidades del modelo de simulación, especialmente para capa física (contrastando con la información recabada en la etapa de relevamiento).
 - 3.3) Evaluar interfaces de pre y post procesamiento.
 - 3.4) Analizar la integración con EURANE.
4. Otros simuladores.
 - 4.1) Simuladores de capa física: profundizar el análisis realizado en la etapa de relevamiento, relevar utilidad de los modelos implementados en Matlab/Simulink.
 - 4.2) NetAct: evaluar sus funcionalidades (comparando con la información recabada en la etapa de relevamiento), determinar utilidad para los objetivos del proyecto, instalar.

El grupo de trabajo se organizó proponiendo una división lógica de tareas, considerando la disponibilidad y familiaridad con los productos de software disponibles. Se determinó que el subgrupo de FING-InCo tratara los puntos que conciernen al simulador EURANE, el subgrupo de ANTEL las actividades que involucran al simulador Atoll y el subgrupo FING-IIE abordara el estudio de simulación de capa física.

En la reunión inicial también se planificó que luego de llevada a cabo la etapa de estudio e investigación, se abordarían las tareas de simulación sobre escenarios de prueba, la evaluación de escenarios representativos para los objetivos del proyecto y la preparación del taller teórico/práctico para integrantes de otros grupos de trabajo.

2. Actividades realizadas

En esta sección se describen las actividades realizadas por el grupo Simuladores. Se presentan los principales resultados obtenidos en cuatro tareas principales: relevamiento de simuladores, análisis de EURANE y Atoll, simulación de capa física y simulaciones.

2.1. Relevamiento de simuladores 3G-UMTS

En la etapa inicial se trabajó en el relevamiento de productos de simulación para redes 3G-UMTS. Se llevó a cabo una tarea de homogeneización de conceptos relacionados con simulación de redes 3G-UMTS orientada a nivelar a los integrantes del grupo de trabajo, se profundizó en el estudio general de los productos de simulación disponibles (EURANE, Atoll y simuladores de capa física) en base a la documentación recabada y se finalizó la redacción del documento que resume el relevamiento de más de veinte productos de software para simulación de redes 3G-UMTS [7].

2.2. Análisis de simuladores: EURANE y Atoll

2.2.1. EURANE

Se profundizó en el análisis del simulador EURANE, única herramienta de simulación de uso libre identificada en la etapa de relevamiento. Los principales aspectos abordados involucraron el análisis de mecanismos automáticos para definir escenarios y post-procesar datos y resultados de simulación, la búsqueda de una interfaz gráfica para el simulador, el análisis de desempeño computacional sobre escenarios ficticios, el estudio de posibilidades de integración de EURANE con otros simuladores, y facilidades para implementación e incorporación de características del modelo 3G que sean útiles para los objetivos del proyecto (e.g. mecanismos de scheduling, manejo de QoS).

Interfaz gráfica y procesamiento de datos y resultados

Respecto a mecanismos para pre y post procesamiento de datos y resultados, se han evaluado herramientas basadas en Matlab y scripting para la definición semi-automática de escenarios. Se ha procurado encontrar una interfaz gráfica que simplifique la definición de escenarios, la operativa de simulación y la visualización de resultados en EURANE, sin lograr resultados positivos. Se está analizando la utilidad de algunas herramientas estándar de ns-2: Tracegraph [9] para analizar archivos de traza y NAM [13] para la visualización dinámica de las simulaciones.

Eurane no es un software muy amigable ya que lo más visible para el usuario son scripts tcl que se deben configurar y correr en el simulador para poder utilizarlo. En lo que respecta a las trazas de salida del simulador tampoco son muy amigables, si bien Eurane permite poner puntos de traceo y poder medir cualquier interface, los resultados se muestran en una traza nativa de Eurane o generando trazas programadas en los scripts a partir de la configuración de puntos de traceo. En este sentido se trabajó en poder mejorar este aspecto, se programó un shell script que permite crear grupos de equipos Ue a diferentes

distancias de la Radio Base y con diferentes condiciones de capa física y pasarle esto por parámetros al script sin necesidad de tocar las configuraciones. En cuanto al post-procesamiento de las trazas de Eurane, se implemento un prototipo en gnuplot que toma esta traza y grafica los datos automáticamente al terminar la simulacion. Es decir que el usuario pasa algunos parámetros al script:

- Cantidad de nodos por grupo de distancia
- Nombre del archivo con condiciones de capa física (trace files)
- Tiempo de simulación
- Algoritmo de despacho

Y el simulador automáticamente al terminar la simulación grafica una traza de salida con el trougput por grupo de distancia .

Si bien esto es bastante limitado a un escenario específico y no contempla todas las posibilidades de configuración que permite el simulador, puede verse como una primera aproximación hacia una interfase mas amigable para la herramienta

Generación Automática de escenarios de simulación

En este aspecto se logró a través de scripts de configuración generar simulaciones con cantidad variable de equipos de usuario (pasados por parámetro al script). También se parametrizo el tiempo de simulación, el tipo de trafico y el archivo “trace file” que es un archivo de traza que es entrada para Eurane y simula las condiciones de capa física. Se realizaron simulaciones para cantidades variables de equipos de usuario y también distintos tipos de trafico. Siempre simulando una celda con varios equipos conectándose a una radio base al mismo tiempo.

Análisis de desempeño computacional

El análisis de desempeño computacional constituye un aspecto muy importante para evaluar la utilidad de una herramienta de simulación para redes de telecomunicaciones. El software debe mostrar su capacidad de ejecutar de manera eficiente en simulaciones que involucren escenarios de dimensiones realistas, con cientos de nodos de comunicación, diversos tipos de tráfico y características adicionales (e.g. movilidad, manejo de QoS, etc.). Las limitaciones de los productos de código libre ya conspiraron contra la posibilidad de llevar a cabo simulaciones útiles en anteriores trabajos. Por este motivo, el análisis de desempeño computacional se fijó como una de las principales cuestiones a evaluar en esta etapa sobre el software de simulación.

Las simulaciones orientadas a evaluar el desempeño computacional han involucrado escenarios de hasta 200 nodos UE, con tipos de tráfico de aplicaciones FTP y de aplicaciones CBR. Se evaluó el tiempo de cómputo efectivo (“wall time”) en función del número de nodos involucrados, se midió el tiempo de simulación para cada nodo (a efectos de verificar una correcta distribución de carga) y se analizó el consumo de memoria sobre la plataforma computacional utilizada [3].

Los experimentos fueron realizados en un computador AMD Athlon 3000+ de 2 GHz, arquitectura de 64 bits, 1GB de memoria RAM, sistema operativo Linux Fedora Core 4 (2.6.11) y compilador C de GNU. Los resultados obtenidos permiten indicar que EURANE tiene valores razonables de eficiencia computacional sobre la plataforma de trabajo cuando se simulan escenarios de mediano tamaño.

Interfaces de integración con otros simuladores

Se investigó sobre la posibilidad de integrar el motor de simulación de EURANE (que trabaja principalmente al nivel de la capa de red) con otros simuladores que incorporen mecanismos más potentes y realistas de simulación de capa física. En este sentido, el método más simple y efectivo consiste en una interfaz fuera de línea que permita utilizar estadísticas del modelo de propagación proporcionados por un software específico de simulación al nivel de capa física, integrando los resultados como una matriz de SNR utilizada entrada para las simulaciones de EURANE. Tomando en cuenta este hecho, la investigación se centró en la posibilidad de generar la matriz de entrada para EURANE. Los detalles se presentan en la sección que describe el análisis de simuladores de capa física.

Incorporación de características específicas: scheduling y QoS

Se investigó la implementación de los algoritmos de scheduling incorporados en EURANE (Max C/I, Fair Proporcional Scheduling y Round Robin) y se obtuvo el código fuente de otros nueve mecanismos de scheduling (y sus variantes) implementados por Anis Masmoudi [10]. La inclusión de los algoritmos implementados por Masmoudi en la versión actual de EURANE (versión 1.12 sobre ns-2 versión 2.30) no es directa, ya que los algoritmos fueron desarrollados sobre la versión 1.06, sobre ns-2 versión 2.26. Tomando en cuenta esta dificultad, se llevó a cabo un análisis de las diferencias en los archivos fuente del módulo HSDPA de EURANE entre la versión actual y la versión sobre la cual se implementaron los algoritmos de scheduling de Masmoudi [11]. El reporte generado resume las diferencias en los archivos fuente, incluye breves comentarios sobre el código que difiere y propone ciertas modificaciones orientadas a incluir algunos de los algoritmos de scheduling en la versión actual de EURANE.

Complementariamente, se encuentra en su etapa inicial un relevamiento sobre trabajos que proponen extender EURANE incorporando mecanismos para manejar políticas de QoS. Esta tarea se lleva a cabo con el objetivo de identificar ideas que permitan determinar la viabilidad de desarrollar código específico para manejo de políticas de QoS.

2.2.2. Atoll

El análisis del simulador Atoll comenzó tardíamente, como consecuencia de las demoras en la integración del subgrupo de trabajo de ANTEL. La actividad se desarrolló de acuerdo al detalle que se presenta a continuación [14].

Se llevó a cabo una primera etapa que consistió en la “puesta al día” de los temas abordados en el grupo Simuladores. La tarea incluyó el estudio del informe de relevamiento de herramientas de simulación 3G - UMTS elaborado en la etapa previa y el estudio de los manuales de la herramienta Atoll pro-

vistos por la empresa Forsk. Tomando como base la información relevada, se redactó un informe sobre Atoll, en el que se abordan varios temas relacionados con la herramienta de simulación:

- Descripción del proceso de simulación con la herramienta Atoll A9155.
- Descripción del algoritmo de simulación de control de potencia, principal componente en el que se basan las simulaciones UMTS HSDPA.
- Análisis del manejo de recursos en las simulaciones: manejo de los channel elements, disponibilidad de códigos OVSF.
- Entradas del proceso de simulación: analizando qué información es necesaria disponer antes de realizar una simulación y qué parámetros se pueden configurar para una simulación.
- Salidas del proceso de la simulación: se listan y describen las distintas salidas que se obtienen una vez finalizada una simulación con Atoll.

Además, se exploró la información técnica referente al *modelo de propagación*, donde se explica el modelo de propagación utilizado por Atoll para los cálculos de path loss y a la *cartografía de tráfico*, que presenta una descripción acerca de los distintos tipos de mapas de tráfico necesarios para realizar simulaciones.

El análisis de la documentación permitió determinar los elementos que caracterizan una simulación en Atoll A9155:

- La red UMTS se regula automáticamente mediante el control de potencia tanto en UL como en DL, con el objetivo primario de minimizar la interferencia y maximizar la capacidad de la red. Atoll A9155 es capaz de simular estos mecanismos. Para el caso de HSDPA, la red utiliza control de potencia del canal A-DCH (compuesto por los canales DPDCH y DPCCH) en UL y en DL y luego *fast link adaptation* (elección del bearer HSDPA) en DL. Ambos mecanismos de regulación son simulados por Atoll A9155.
- En Atoll A9155, una simulación corresponde a determinada distribución de usuarios R99 y HSDPA, caracterizada como una “foto” de la red. Para obtener una distribución de usuarios es necesario disponer de cartografía de tráfico. Atoll utiliza el algoritmo Monte-Carlo para generar una distribución de usuarios que cumple con la cartografía y base de datos de tráfico utilizada, y que está ponderada por una distribución Poisson entre simulaciones de un mismo grupo. Como salidas, Atoll A9155 calcula para la distribución de usuario los diferentes parámetros de red (como el active set para cada móvil, la potencia requerida por el móvil, etc.) y los parámetros que caracterizan la red estabilizada para cada celda involucrada en la simulación: en DL la potencia total y el throughput por celda y en UL la carga por celda.
- Se pueden realizar varias simulaciones simultáneas, que son agrupadas para su mejor administración (permitiendo replicar un grupo de simulaciones, añadir simulaciones a un grupo existente o promediar un grupo de simulaciones). Incluso si se utiliza la misma información de tráfico, cada distribución dentro de un mismo grupo sigue una distribución de Poisson

sobre el número de usuarios conectados. Por lo tanto, entre las “fotos” del sistema puede haber variaciones en el número de usuarios que tratan de conectarse a la red.

- Las simulaciones UMTS HSDPA pueden ser desplegadas y analizadas en el mapa. Para cada simulación, la herramienta muestra un resumen de las entradas de la simulación y las condiciones iniciales, así como de las salidas. Las salidas de la simulación son divididas en dos categorías: resultados relacionados con los sitios y con los móviles.
- Las simulaciones pueden ser utilizadas en pasos siguientes para obtener un diagnóstico de recepción en un determinado punto (usando la herramienta “análisis de punto”) y para generar predicciones UMTS y HSDPA.

Actualmente existe un grupo de Proyecto de Grado de Ingeniería en Computación (Martín Mutilva, Christian Clark, y Florencia Polcaro) quienes están trabajando en el Simulador Atoll instalado en Antel haciendo un estudio profundo del mismo, de sus prestaciones, capacidades, integración con otros simuladores (e.g. EURANE), etc; proyecto que finalizará en diciembre de 2008 y como un sub-producto del mismo se prevé dictar un mini-curso de Atoll a técnicos e interesados de Antel.

2.3. NetAct

Luego de un amplio intercambio de correos electrónicos, se descartó la posibilidad de seguir aguardando por el producto NetAct (Nokia), del cual se gestionaba una versión de educación para su evaluación.

2.4. Simulación de capa física

EURANE abstrae la capa física de 3G mediante una traza por cada UE simulado, conteniendo valores de relación señal-ruido (SNR) e indicador de calidad del canal (CQI) para cada TTI de simulación. La distribución de EURANE incluye scripts basados en modelos abstraídos de mediciones de campo que generan los archivos de entrada para simulaciones genéricas. Sin embargo, una alternativa más precisa para generar las trazas de entrada para EURANE es contar con un simulador de capa física que permita obtener como salida una traza con los valores de SNR vistos por el dispositivo en cada TTI. De ese modo se podrían configurar los parámetros de la simulación para hacerlos coincidir lo mejor posible con los parámetros reales de la red a simular, permitiendo obtener resultados más precisos a nivel de capa de red que los que se obtendrían usando a nivel de capa física modelos de error ajustados en redes distintas a la que se esta dimensionando.

Se realizó el relevamiento de los simuladores Atoll, Matlab, y Radiowave Propagation Simulator [12] con el objetivo de analizar las funcionalidades del modelo de simulación de capa física. En el documento de relevamiento se concluye que las prestaciones a nivel de capa física de los simuladores evaluados no se adecuan a la entrada requerida por EURANE [2]. Una explicación cualitativa al respecto es que la traza necesaria por EURANE conteniendo el valor de SNR para cada TTI involucra el modelado de fenómenos de propagación complejos

como el fast fading y el shadowing, en general no considerados en las herramientas de simulación como consecuencia de la complejidad de implementación y el costo computacional que degradaría sensiblemente la performance del producto. Como consecuencia, los diseñadores de software de simulación en general prefieren obtener en un punto dado del mapa de la zona de interés, un único valor de SNR (una especie de “valor esperado”) mediante un modelo estático de propagación que tenga en cuenta la configuración de la celda, y la geografía de la zona de análisis. El valor único de SNR que se ofrece es mapeado estadísticamente a valores de BLER resultantes en capas superiores. El método anterior requiere la medición en campo del SNR medio y el BLER obtenido, para de ese modo extraer un modelo que permita relacionar ambas magnitudes.

El grupo Simuladores (a través de un grupo de Proyecto de Grado en Ingeniería en Computación) sigue investigando actualmente las herramientas de simulación a nivel de capa física, a efectos de su utilización en escenarios puntuales y para comparar y validar resultados obtenidos en EURANE.

2.5. Simulaciones HSDPA en EURANE

2.5.1. Throughput/potencia en función de distancia (usuario único)

Se realizaron simulaciones para evaluar el throughput alcanzable por un móvil HSDPA de acuerdo a la distancia a la radiobase y a la potencia de transmisión de la radiobase. Se empleó el escenario básico de simulación con un nodo en la red física generando tráfico hacia un móvil en la celda. La simulación contempló los elementos de red UE, nodo B, y RNC con implementación de stacks UMTS/HSDPA. Para completar los escenarios se incluyeron nodos SGSN y GGSN, que el simulador implementa como nodos IP estándar. Para los enlaces de backhaul se eligieron anchos de banda del orden de centenas de Mbps para descartar su influencia en los resultados de la simulación. Los enlaces del esquema simulado y sus parámetros de operación se describen en el informe elaborado [8].

El simulador toma del archivo de traza de cada móvil los valores de SNR percibidos por el móvil y el valor de CQI estimado para cada TTI durante la simulación. Los valores de SNR corresponden a los recibidos por la primera transmisión y por las eventuales primera y segunda retransmisión. Los archivos de traza se generan mediante scripts octave distribuidos en conjunto con la extensión EURANE.

Las simulaciones utilizaron valores por defecto de los parámetros en la definición del entorno de propagación. Se generaron trazas para el entorno “rural”, con velocidad de 3 km/h para diferentes distancias de la radiobase (100, 200, 500, 1000 y 2000 metros) y para diferentes valores de la potencia de transmisión de la radiobase en el rango de 0 a 40 dBm con paso de 1 dBm. Como resultado de las simulaciones se obtuvieron valores del throughput obtenido por el móvil para cada uno de los entornos de propagación simulados (en promedios de un segundo), y la evolución temporal de la tasa de datos obtenida en períodos de baja tasa de transmisión causados por fading en el canal de radio que se corresponden con los valores de CQI sugeridos en los archivos de traza.

Se realizaron además simulaciones con un móvil ubicado a diferentes distancias y para diferentes niveles de potencia de transmisión de la radiobase. La duración de cada simulación fue de 300 segundos, durante lo cuales se si-

muló una descarga FTP desde host en red física hacia el móvil. Se registró el tráfico acumulado recibido por el móvil en intervalos de un segundo (en bytes) y luego se promedió para todo el intervalo de simulación. Como mecanismo de scheduling se empleó Round Robin, y se generó una tabla de valores de throughput obtenido por el móvil para cada distancia a la radiobase y para cada valor de potencia de transmisión de la radiobase.

Una descripción detallada del análisis de las simulaciones efectuadas así como de las principales observaciones realizadas se brinda en el documento de informe generado [8].

2.5.2. Evaluación de mecanismos de scheduling

Se evaluaron además los tres mecanismos de scheduling implementados en la distribución base de EURANE: Round Robin, Maximum C/I, y Fair Channel Dependent Scheduling (FCDS).

Se simuló una celda HSDPA con 16 móviles con tráfico FTP generado desde nodos en la red física. Los móviles se agruparon en cuatro grupos, de cuatro móviles cada uno, a distancias de 100, 200, 500, y 1000 metros de la radiobase. Los parámetros para los enlaces de infraestructura física se mantuvieron iguales a los empleados para evaluar throughput y potencia. Los parámetros empleados en la generación de trazas son los mismos que los empleados en el punto anterior, reutilizándose las mismas trazas para un valor de potencia de transmisión de la radiobase de 38 dBm, que es el valor por defecto del software. También se reutilizó el archivo de traza para móviles a una misma distancia de la radiobase. El parámetro α de definición del mecanismo FCDS empleado fue de 0.99, que es valor por defecto definido en el simulador. La duración de cada simulación fue de 30 segundos, durante lo cuales se simuló una descarga FTP desde un host en la red física hacia el móvil. Se registró el tráfico acumulado recibido por el móvil en intervalos de un segundo (en bytes) y luego se promedió para todo el intervalo de simulación.

A los efectos de evaluar la utilización de la celda se calculó el throughput total agregado de todos los móviles en función del tiempo para cada mecanismo de scheduling. Se obtuvo para cada móvil el throughput promedio obtenido durante la simulación y le promedio para cada grupo de móviles ubicados a una misma distancia. Ente las principales conclusiones del análisis se destaca el comportamiento del despacho por máximo C/I, muy desigual en la asignación de ancho de banda y favoreciendo a los móviles en mejores condiciones de propagación; y los resultados más equitativos obtenidos para el despacho FCDS, aunque mostrando valores menos eficientes de throughput. El informe elaborado detalla el análisis de los resultados obtenidos y las mediciones realizadas con estas configuraciones [8].

2.5.3. Throughput/potencia en función de la distancia para diferentes algoritmos de Scheduling (múltiples usuarios)

Se analizó la carga que llega a los móviles al variar la potencia de la radio base pero para múltiples usuarios. Se realizaron para grupos de usuarios de 4 móviles cada grupo, a diferentes distancias y para los diferentes algoritmos de Scheduling que provee Eurane. Para esto se debieron crear archivos de trazas (trace files) para cada combinación de potencia-distancia que se quiso simular,

estos archivos se definieron para el entorno “rural” para una velocidad del móvil de 3 Km/h . Se crearon para potencias que van desde 4 dBm hasta 40 dBm aumentando de a 4 y para cada distancia a estudiar (100, 200, 500, 1000 y 200 metros). Las cargas de los equipos se calcularon en Mbits por segundo, se promediaron en los 100 segundos que demoraron las simulaciones y se sumaron los throughput de equipos que estaban a igual distancia. Se puede observar que la mejor distribución de throughput para los equipos mas lejanos es la de FCDS incluso para potencias bajas. La peor en ese sentido sigue siendo la de Máximo C/I y con Round-Robin se obtienen valores intermedios. En cuanto al total de carga por celda Máximo C/I es el que da mas alto throughput. Una descripción detallada del análisis de estas simulaciones se brinda en el documento de informe generado[4].

2.5.4. Ganancia por Multiplexado

Se calculó la ganancia por multiplexado para descargas de trafico “Ftp”, y “Pareto ON-OFF”. Para esto se midió el trafico en la interfase “Iub”, (esta es la interfase que une la radio base (BS) con la central de radio (RNC)) a medida que se aumentan los equipos de usuario conectados a la Radio Base (BS). Se corrieron simulaciones aumentando la cantidad de equipos de usuario desde 1 hasta 10, esto se hizo en condiciones ideales de propagación con el algoritmo de Scheduling Round Robin. Se realizaron las simulaciones para aplicaciones “Ftp” sobre agentes “Tcp”, y para aplicaciones de “Pareto ON-OFF” sobre agentes “Udp”. Las simulaciones fueron de 100 segundos y se promediaron las carga a lo largo de estos 100 segundos. Como principal resultado de estas simulaciones se puede decir que con “Pareto ON-OFF” se obtiene una mayor ganancia por multiplexado que para el trafico “Ftp”. Una descripción detallada del análisis de estas simulaciones se brinda en el documento de informe generado [4].

2.6. Curso para ANTEL: “Simulador EURANE, Arquitectura y Aplicaciones”

El grupo Simuladores a través de Raúl Hartmam, Daniel Muniz, y Sergio González, ha preparado un curso sobre EURANE y su aplicabilidad en simulación de redes 3G. El contenido completo del curso (transparencias) se adjunta como apéndice de este documento [5].

El curso está pensado ser dictado en 7 clases presenciales y 2 de laboratorio donde se realizarán diferentes pruebas de simulación sobre diferentes escenarios por parte de los asistentes al curso.

Dicho curso está previsto ser dictado en el mes de agosto de 2008 con fecha de comienzo a fijar por parte de Antel.

3. Trabajo actual y perspectivas

3.1. Simulaciones sobre EURANE

Recientemente el grupo Simuladores ha trabajado en la planificación y ejecución de escenarios en EURANE abordando las siguientes puntos:

- Ampliar del estudio de throughput en función de la distancia para pasos de distancia más finos (100m) y mejorar la validez estadística de los resultados variando la semilla del simulador de capa física (generador de trazas de SNR) y evaluando la dispersión de resultados.
- Ajustar parámetros del simulador para mejorar el rendimiento de los algoritmos de scheduling por C/I máxima y FCDS.
- Evaluar otros modelos de generación de tráfico para la evaluación de multiplexado de los diferentes algoritmos.
- Incorporar parámetros ajustados a la realidad para los parámetros del generador de trazas de SNR.

Detalles de los resultados obtenidos se presentan en el documento (VER Documento). Queda pendiente por abordar los puntos:

- Evaluar retardos de paquetes y ocupación de buffers en RNC y nodo B.
- Incorporar datos de relación señal ruido provenientes de otros simuladores a nivel de capa física.
- Evaluación de desarrollo de módulo de simulación HSUPA a EURANE.

3.2. Simulaciones sobre Atoll

Dado que se comenzó a investigar tardíamente, sobre Atoll no se han llevado a cabo aún simulaciones. No obstante, y en el contexto de un proyecto de tesis de grado de Ingeniería en Computación, el grupo formado por Martín Mutilva, Christian Clark, y Florencia Polcaro (tutoreados por Sergio Nesmachnow y Franco Robledo) prevé realizar simulaciones sobre escenarios simples, orientadas a estimar la ganancia de multiplexado para los tres algoritmos de scheduling incorporados. Estas simulaciones permitirán comprender los mecanismos de trabajo, evaluar la usabilidad del producto y entrenar al grupo para poder llevar a cabo simulaciones más complejas.

Así mismo, el mencionado equipo está investigando la manera de integrar los productos Atoll y EURANE, principalmente mediante una interfaz que contemple exportar datos de relación señal a ruido generados por Atoll para ser tomados como entrada del simulador EURANE. Adicionalmente, se planifica abordar la tarea de configurar escenarios con mapas de tráfico “reales”, de ser posible obtener la información relevante (mapa del terreno, perfiles de usuario) para alguna zona específica, o realista en caso de no disponer de la información necesaria.

Todas estas tareas mencionadas se estima estarán concluidas en diciembre de 2008 una vez finalizado el trabajo de tesis en cuestión.

3.3. Modelo para simulación de capa física

Respecto a los modelos de simulación de capa física, el grupo propone como futuras tareas de investigación las siguientes direcciones:

- De constatarse la necesidad de una mayor exactitud en las trazas de entrada de EURANE, debe contemplarse la necesidad de generarlas mediante modelos estadísticos extraídos de mediciones en campo hechas en cada uno de los entornos de interés (urbano, rural, etc.).
- Las herramientas relevadas presentan características que podrían ser útiles para comparar y validar los resultados obtenidos por los simuladores utilizados en el convenio. Consecuentemente, en la siguiente etapa del convenio, se intentará utilizar el software Radiowave Propagation Simulator para comparar sus resultados con los obtenidos con el Atoll, evaluando predicción de cobertura, SNR, cantidad de portadoras “fuertes”, etc.
- Utilizar la demo de Matlab para la comparación del BLER obtenido mediante los scripts de Matlab utilizados actualmente (o cualquier otra opción que se tome en el futuro) de modo determinar si ambos métodos resultan en un BLER comparable y poder detectar así fallas o inconsistencias.

4. Conclusiones

El grupo Simuladores ha abordado la etapa de análisis de productos de simulación, obteniéndose resultados positivos en el estudio del simulador EURANE, comenzando el análisis profundo del simulador Atoll y explorando alternativas para la simulación de capa física.

Las principales líneas de trabajo sobre EURANE han involucrado el estudio del modelo de simulación, el análisis de desempeño computacional y la realización de simulaciones específicas para evaluar throughput y potencia y los mecanismos de scheduling. Así mismo se ha preparado un curso que consta de 9 ponencias sobre EURANE teniendo como público objetivo a técnicos y personal de Antel interesados en la planificación y simulación de redes 3G.

El estudio de Atoll comenzó tardíamente. No obstante, a través de un grupo de proyecto grado de Ingeniería en Computación se ha abordado desde marzo de 2008 el estudio a fondo de Atoll en Antel, y se está avanzado rápidamente en la comprensión de los mecanismos de simulación y se prevé comenzar a realizar simulaciones específicas en el corto plazo. Si bien los resultados finales (diciembre de 2008) excederán la fecha de finalización del convenio, además del documento final, se elaborará al igual que se hizo para el simulador EURANE un minicurso específico sobre Atoll y su utilización como herramienta de planificación y simulación 3G.

Se analizaron diversas alternativas para contemplar modelos realistas de situación de capa física. Aunque los resultados no han sido positivos, el estudio del tema ha conducido a plantear diferentes opciones para lograr mayor realismo en los escenarios de simulación.

En el análisis final, la actividad del grupo Simuladores en las líneas de trabajo mencionadas, continúa en la actualidad (vía proyectos de fin de carrera en ejecución enmarcados en el convenio) abordando las tareas comentadas en la sección de trabajo actual y perspectivas.

Referencias

- [1] Pablo Belzarena, Convenio 3G: Plan de trabajo agosto-noviembre. Disponible online en el foro del Convenio 3G <https://iie.fing.edu.uy/cursos/mod/resource/view.php?id=1137>. Consultada en noviembre de 2007.
- [2] Pablo Giordano. Búsqueda y relevamiento de simuladores de capa física para WCDMA. Disponible online en el foro Simuladores <https://iie.fing.edu.uy/cursos/mod/forum/discuss.php?=1436>. Consultada en noviembre de 2007.
- [3] Sergio González, Daniel Muniz. Análisis de desempeño computacional de EURANE. Disponible online en el foro Simuladores <https://iie.fing.edu.uy/cursos/mod/forum/discuss.php?=1440>. Consultada en noviembre de 2007.
- [4] Sergio González, Daniel Muniz. Estudio de Simulaciones 3G sobre EURANE (Informe de proyecto final de tesis de grado). Disponible online en el foro Simuladores <https://iie.fing.edu.uy/cursos/mod/forum/>.
- [5] Raul Hartmam, Sergio González, Daniel Muniz. Simulador EURANE, Arquitectura y Aplicaciones (Curso sobre Eurane). Disponible online en el foro Simuladores <https://iie.fing.edu.uy/cursos/mod/forum/>.
- [6] Grupo Simuladores, Planificación de tareas para el período setiembre-noviembre de 2007. Disponible online en el foro Simuladores <https://iie.fing.edu.uy/cursos/mod/forum/discuss.php?d=1082>. Consultada en noviembre de 2007.
- [7] Raúl Hartmam, Sergio Nesmachnow, Franco Robledo. Relevamiento de simuladores 3G UMTS. Disponible online en el foro Simuladores <https://iie.fing.edu.uy/cursos/mod/forum/discuss.php?d=1121>. Consultada en noviembre de 2007.
- [8] Raul Hartmam. Simulaciones HSDPA en Eurane. Disponible online en el foro Simuladores <https://iie.fing.edu.uy/cursos/mod/forum/discuss.php?=1435>. Consultada en noviembre de 2007.
- [9] Jaroslaw Malek, Trace graph - Network Simulator NS-2 trace files analyser. Disponible online en <http://www.tracegraph.com/>. Consultada en noviembre de 2007.
- [10] Anis Masmoudi, Additional schedulers you can put into hsdpalink. Disponible online en <http://www.ti-wmc.nl/EURANE/anis.zip>. Consultada en noviembre de 2007.
- [11] Sergio Nesmachnow, Diferencias en archivos fuente del módulo HSDPA de EURANE 1.12 sobre ns-2 versión 2.30 y EURANE 1.06, sobre ns-2 versión 2.26. Disponible online en el foro Simuladores <https://iie.fing.edu.uy/cursos/mod/forum/discuss.php?d=1121>. Consultada en noviembre de 2007.

- [12] Radioplan, Radiowave Propagation Simulator Overview. Disponible online en <http://www.radioplan.com/products/rps/index.html>. Consultada en noviembre de 2007.
- [13] University of Southern California, Information Sciences Institute, Nam: Network Animator. Disponible online en <http://www.isi.edu/nsnam/nam/>. Consultada en noviembre de 2007.
- [14] Diego Vallejo, Informe acerca de la herramienta Atoll (A9155). Disponible online en el foro Simuladores <https://iie.fing.edu.uy/cursos/mod/forum/discuss.php?d=1431>. Consultada en noviembre de 2007.