

# **La Nube de Computación Móvil: Una Solución a la Demanda de Procesamiento de Señal en las Comunicaciones Móviles**

**Héctor Poveda**

Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, Panamá, hector.poveda@utp.ac.pa

## **RESUMEN**

En los últimos años la nube computacional móvil (NCM), ha sido reconocida por la industria y la academia como la siguiente generación de infraestructura de computación. La NCM se presenta como una la solución a la gran demanda de procesamiento de señal en los dispositivos móviles. Esta tecnología presenta grandes ventajas para las comunicaciones móviles. Sin embargo, aún tiene retos y desiciones que enfrentrar. Adicional, los retos actuales de la comunicaciones móviles como lo son: limitaciones de ancho de banda, latencia, movilidad del usuario, efecto del canal de propagación y las variaciones de la carga de tráfico, dificultan el cumplimiento de los servicios de computación de la nube. El presente artículo presenta un estudio de la nube computacional móvil, sus ventajas y los retos que enfrenta. La principal contribución de este trabajo es motivar a investigadores e ingenieros de nuestra región a abordar los retos que enfrenta esta tecnología.

**Palabras claves:** Información, Computación, Móvil, Internet, Red.

## **ABSTRACT**

In the last years, cloud computing has been widely recognized by the industry and the academy like the next generation of computing infrastructure. Cloud computing is a solution to the important requirement of signal processing in mobile systems. This technology presents advantages for mobile communications. However, it still has some challenges and decisions to face. In addition, the current challenges of mobile communications like: bandwidth, latency, user mobility, channel propagation and the variations of traffic load, compromise the accomplish of the cloud computing services. This article presents a study of the mobile cloud computing, its advantages and its challenges. The main contribution of this work is to motivate researchers and engineers of our region to address the challenges that face this technology.

**Keywords:** Information, Computation, Mobile, Internet, Network.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La nube de computación (NC) es una tecnología que permite a sus usuarios utilizar los recursos informáticos elásticamente. Los usuarios rápidamente pueden ser provisionados y liberados con mínimos esfuerzos de gestión e interacciones con el proveedor de servicios. Esta tecnología aporta ventajas en una infraestructura tecnológica dinámica que caracteriza un alto grado de automatización, una rápida gestión de los recursos, una elevada capacidad de adaptación para responder la demanda variable, así como la virtualización avanzada y un precio flexible en función del consumo realizado (Lei L. et al. 2013).

Con la explosión de las aplicaciones móviles, la NC se ha integrado con una gran variedad de servicios para usuarios móviles. Esto ha dado lugar a la aparición de la nube de computación móvil (NCM). La NCM es vista como la nueva generación de la infraestructura de computación. Sin embargo, los retos actuales de las comunicaciones móviles como lo son: limitaciones de ancho de banda, latencia, movilidad del usuario, efecto del canal de propagación y las variaciones de la carga de tráfico dificultan el cumplimiento de los servicios de la NCM (Lei L. et al. 2013).

El término NCM se introdujo hace algunos años y ha estado atrayendo la atención de los empresarios como una opción de negocio rentable, ya que reduce el desarrollo y los costos de funcionamiento de las aplicaciones móviles. La NCM puede ser vista como una tecnología que permite lograr una gran variedad de servicios móviles a bajo costo. Además, es una prometedora solución para la reducir el consumo energético en los dispositivos móviles. Esta tecnología se refiere a una infraestructura, en la cual el almacenamiento de datos así como también el procesamiento de los mismos tiene lugar fuera del dispositivo móvil. Las aplicaciones se vuelven más poderosas, ya que el procesamiento se lleva a cabo en la nube (Miettinen and Nurminen 2010).

Diversas aplicaciones en la nube, se encargan del procesamiento y almacenamiento de datos fuera de los teléfonos móviles llevando las aplicaciones y la computación móvil no solo a los usuarios de teléfonos inteligentes, sino a una gama mucho más amplia de suscriptores móviles. A estas aplicaciones centralizadas ubicadas en la nube se acceden a través de Internet, utilizando un cliente nativo o un navegador web en el dispositivo móvil a través de la conexión inalámbrica. Bajo este concepto, los dispositivos móviles no necesitan una configuración compleja, debido a que toda puede ser procesada en la nube.

En la actualidad la mayoría de los dispositivos almacenan los datos y procesan la información dentro de ellos y no en la nube. La NCM supera los obstáculos relacionados con el rendimiento, el ambiente, y la seguridad tan discutidos en la computación móvil. Los usuarios móviles acumulan una satisfactoria experiencia sobre distintos servicios ofrecidos por aplicaciones móviles, que se ejecutan en los dispositivos y/o en servidores remotos a través de redes inalámbricas. La NCM es una plataforma de servicio que permite que las aplicaciones de negocio se puedan construir y ejecutar en la nube (Miettinen and Nurminen 2010).

Esta tecnología presenta grandes ventajas para las comunicaciones móviles. Sin embargo, aún tiene retos y desventajas que enfrentar como son: la desción de descarga, la autenticación, el acceso a los datos y la optimización de objetivos (Lei L. et al. 2013). Es por esta razón que la contibución principal de este trabajo es motivar a ingenieros e investigadores en nuestra región a trabajar en estos retos.

Este documento proporciona una visión general de NCM. La sección 2 presenta la arquitectura y la estructura de la NCM. De igual manera en las secciones tres y cuatro se detallan sus ventajas y retos, respectivamente. Por último la sección cinco presenta las conclusiones.

## **2. ARQUITECTURA Y ESTRUCTURA DE LA NCM**

La arquitectura de la NCM, muestra que los dispositivos móviles están conectados a las redes móviles a través de estaciones que establecen y controlan las conexiones e interfaces funcionales entre las redes y los dispositivos móviles. Las peticiones de los usuarios de telefonía móvil y la información se transmiten a los procesadores centrales que están conectadas a los servidores que prestan servicios de red móvil . Las solicitudes e información de los usuarios móviles se transmiten a los procesadores centrales que se conectan a los servidores que prestan servicios de telefonía móvil (Lei L. et al. 2013).

Los operadores de redes móviles pueden proporcionar servicios a los usuarios móviles como autenticación, autorización, y auditoria, basados en agentes y en los datos de los suscriptores almacenados en las bases de datos. Las peticiones de los suscriptores se entregan a la nube a través de Internet. En la nube los controladores, procesan las solicitudes para proporcionar a los usuarios móviles los servicios correspondientes. En general, el cómputo en la nube es un sistema de red distribuida a gran escala aplicado sobre la base de un número de servidores en centros de datos (Dinh 2011).

El funcionamiento y los servicios de la NCM, por lo general se clasifican en base a un concepto de capas, las cuales realizan tareas específicas, para desarrollar sus funciones. Las capas que conforma esta estructura son:

- **Software como Servicio**

Se encuentra en la capa más alta y caracteriza una aplicación completa ofrecida como un servicio, que considera una sola instancia del software que se ejecuta en la infraestructura del proveedor y sirve a múltiples clientes.

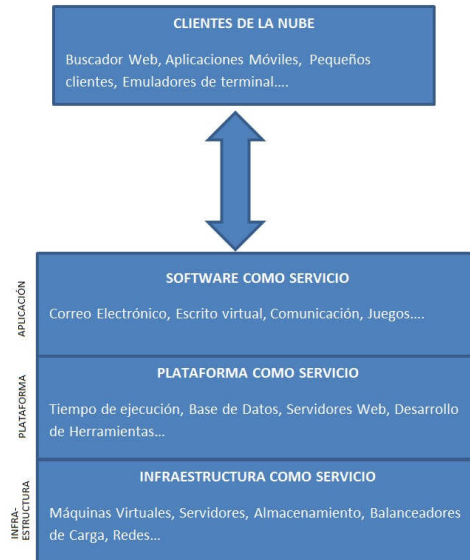
- **Plataforma como Servicio**

La capa media es la llamada plataforma como servicio, es la encapsulación de una abstracción de un ambiente de desarrollo y el empaquetamiento de la carga de servicios, conteniendo una pila básica de Red. Esta capa puede dar servicio a todas las fases del ciclo de desarrollo y pruebas del software así como también puede estar especializada en cualquier área. La misma permite a las aplicaciones hacer uso de la infraestructura permitiendo gran flexibilidad.

- Infraestructura como Servicio

Es la capa inferior y es quien brinda almacenamiento básico y capacidades de cómputo como servicios estandarizados en la red.

Este sistema de capa trabaja conjuntamente, para llevar a cabo las funciones de la NCM, como se muestra en la Figura 1, donde cada capa cuenta con aplicaciones específicas que las identifica (Lei L. et al. 2013).



**Figura 1:** Capas de la NCM.

### 3. VENTAJAS DE LA NCM

La NCM ofrece algunas soluciones a los obstáculos que los suscriptores móviles suelen enfrentar hoy en día. Esta tecnología hereda algunas de las ventajas de la nube para los servicios móviles como lo son: aprovisionamiento dinámico, escalabilidad, costo compartido, facilidad de integración, entre otros. En esta sección se presentan otras ventajas que hacen atractiva esta tecnología y la presentan como una solución a la demanda de procesamiento de señales de los dispositivos de comunicaciones móviles.

#### 3.1 CONSUMO ENERGÉTICO

La batería es una de las principales preocupaciones de los dispositivos móviles. Varias soluciones se han propuesto para mejorar el rendimiento de la unidad de procesamiento central y para gestionar el disco y la pantalla de una manera inteligente, también para reducir el consumo de energía. Sin embargo, estas soluciones requieren cambios en la estructura de los dispositivos móviles, o requiere de un nuevo hardware, que se traduce en un aumento de los costos dejando de ser viable en los dispositivos móviles.

El uso de la nube se encuentra dentro de las tecnologías que contribuyen a la preservación del medio ambiente, ya que permite que el software que se ejecuta fuera de sus ordenadores, de modo que pueden invertir menos en equipos informáticos y así poder reducir su consumo energético

Las técnicas de computación “offloading”, son propuestas con el objetivo de migrar grandes volúmenes de procesamiento de los dispositivos con recursos limitados, es decir, dispositivos móviles, a máquinas ricas en

recursos, como la nube. Esto evita tomar largos lapsos de tiempo de ejecución de aplicaciones en los dispositivos móviles que da lugar a un alto consumo de energía, desgastándola en poco tiempo. Existen resultados que demuestran que la ejecución remota de la aplicación puede ahorrar energía de manera significativa. Además, muchas de las aplicaciones móviles aprovechan las ventajas de migración de tareas y procesamiento remoto (Miettinen and Nurminen 2010).

### **3.2 CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE DATOS Y POTENCIA DE PROCESAMIENTO**

La capacidad de almacenamiento es también uno de los obstáculos de los dispositivos móviles. La NCM permite a los usuarios móviles almacenar y acceder a los datos de gran tamaño desde la nube a través de las redes inalámbricas. Con la nube, los usuarios pueden ahorrar una gran cantidad de energía y espacio de almacenamiento en los dispositivos móviles ya que, por ejemplo, todas las imágenes son enviadas y procesadas en la nube. La NCM también ayuda a reducir los costos de aplicaciones de cálculo intensivo, que consumen mucho tiempo y gran cantidad de energía. La NCM puede soportar de manera eficiente diversas tareas como almacenamiento de datos, gestión y sincronización de múltiples documentos online (Miettinen and Nurminen 2010)..

### **3.3 FIABILIDAD**

El almacenamiento de datos o la ejecución de aplicaciones en la nube es una forma efectiva para mejorar la fiabilidad. Los datos y las aplicaciones se almacenan al mismo tiempo que se realiza una copia de seguridad en un cierto número de equipos. Esto reduce el intercambio de datos y la posibilidad de pérdida de aplicaciones en los dispositivos móviles. Además, la NCM puede ser diseñada como un modelo de seguridad de datos completo tanto para los proveedores de servicios como para los usuarios. Por ejemplo, la nube puede ser utilizada para proteger los derechos de autor de contenidos digitales, contra la distribución no autorizada y de uso indebido. Además, la nube de forma remota puede proporcionar a los usuarios móviles servicios de seguridad tales como escaneo de virus, detección de código malicioso y autenticación.

Múltiples servicios se pueden integrar fácilmente a través de la nube y en Internet para satisfacer las demandas de los usuarios (Miettinen and Nurminen 2010)..

### **3.4 PROCESAMIENTO Y PORTABILIDAD**

En la actualidad, los teléfonos móviles no tienen suficiente poder de procesamiento y memoria para soportar el procesamiento de grandes cantidades de datos. La NCM necesita que los datos estén almacenados en la nube y no en el teléfono pudiéndolos acceder y procesar cuando sea necesario. Adicional, las aplicaciones móviles tienen un sin número de beneficios para los usuarios, pero algunas aplicaciones móviles sólo funcionan en un dispositivo específico y no sobre otras plataformas móviles. Este problema de que las aplicaciones móviles sólo se ejecutan en dispositivos específicos se resuelve con el uso de la NCM como una forma de acceder a datos y aplicaciones desde el dispositivo (Smaigalic and Ettus 2002).

### **3.5 VIRTUALIZACIÓN**

Consiste en la utilización de un software para posibilitar que un recurso físico pueda ejecutar múltiples máquinas virtuales aisladas, cada una con la misma arquitectura de un único ordenador, lo que les permite utilizar múltiples máquinas virtuales en el mismo equipo y que cada una utilice su propio sistema operativo o aplicaciones sin conflictos con las otras.

Con esto se logra la reducción de los costos de IT gracias a la flexibilidad en el uso de los recursos y la administración global centralizada y simplificada. Se mejoran los procesos de clonación y las copias de sistemas. Se da una consolidación de servidores desde el punto de vista que reduce el espacio necesario (Smaigalic and Ettus 2002).

## **4. RETOS DE LA NCM**

Los dispositivos móviles actuales hacen que la tecnología NC este convergiendo hacia lo móvil, dando origen a un nuevo campo y de rápido crecimiento, que es la NCM. Esta nueva tecnología, enfrenta retos que deben superarse, poco a poco, para consolidarse como una tecnología con gran liderazgo. A continuación se describen algunos puntos que esta tecnología debe superar.

#### **4.1 DESCISIÓN DE DESCARGA**

Una de las características clave de NCM es la descarga, ya que representa un factor importante para aumentar la duración de la batería y el mejorar el rendimiento de las aplicaciones; es por eso que debe encontrarse la forma de equilibrar los costos de comunicación y procesamiento para las distintas aplicaciones móviles.

El costo de la comunicación depende principalmente del tamaño de los datos de transmisión y el ancho de banda de la red, mientras que el costo de computación puede ser definido por los medios de tiempo de cálculo. Las decisiones óptimas de un programa de partición se pueden hacer en un tiempo de ejecución dinámicamente, mediante el uso y operación de algoritmos de costos. Como un ejemplo, se puede dar un enfoque para decidir qué componentes de los programas de Java debe ser descargado. Entonces, este enfoque compara los costos de ejecución locales de cada método con los costos de ejecución remota para tomar una decisión óptima de ejecución. Hay dos tipos de técnicas de descarga, llamadas descarga completa y descarga parcial (Lei L. et al. 2013).

##### **4.1.1 DESCARGA COMPLETA**

Cuando se completa la descarga, todos los cálculos de tareas de aplicaciones móviles se mueven del dispositivo móvil local a la nube remota. Esto puede reducir significativamente la ejecución y complejidad de los dispositivos móviles, y hacen que estos dispositivos sean más livianos y más pequeños. Sin embargo, diferentes cálculos de tareas de una sola aplicación pueden tener diferentes características que los hacen más o menos adecuado para la descarga. Por lo tanto, la descarga completa no siempre es la mejor opción.

##### **4.1.2 DESCARGA PARCIAL**

Debido a su flexibilidad, la descarga parcial ha ganado más atención en el campo de investigación, donde un recurso es dividido en varias tareas de cálculo, incluido los no descargable y los descargable. Para ambas técnicas de descarga, un controlador en los dispositivos móviles necesita determinar si se descarga de la nube la aplicación completa o parte de las tareas de cálculo de la aplicación, cuando hay una solicitud para la ejecución de la aplicación.

#### **4.2 SEGURIDAD**

La confianza es vital para garantizar el desempeño de la plataforma móvil. En la NCM esta adquiere más importancia a medida que aumenta los interesados en el entorno. En los usuarios de móviles, hay varias amenazas de seguridad, debido a los códigos maliciosos.

Para superar este problema, hay programas de seguridad que pueden ser ejecutados en los dispositivos móviles para impedir amenazas ilegales, pero estos programas utilizan gran parte de los recursos de los dispositivos móviles mientras se ejecuta. Por lo tanto, mover la capacidad de detección de amenazas desde dispositivos móviles a la nube puede ser una solución. Una simple y ligera aplicación se ejecuta en el dispositivo móvil y se comunica con el componente principal de la aplicación en la nube. La capacidad de detección se traslada a la nube, como la aplicación de un agente móvil (Hui et al. 2013).

#### **4.3 AUTENTICACIÓN**

Tanto los desarrolladores de aplicaciones y los usuarios móviles se benefician de almacenar y procesar una gran cantidad de datos y aplicaciones en la nube, se debe tener cuidado de tratar con los datos o aplicaciones en

términos de derechos y de autenticación. Los usuarios tienen tendencia a utilizar contraseñas pequeñas mientras se accede a recursos externos, por lo que hay necesidad de mecanismos de autenticación más seguros (Hui et al. 2013).

#### **4.4 ACCESO A LOS DATOS**

Mientras que los servicios de nube están aumentando, el número de recursos de datos en la nube aumenta rápidamente. Por lo tanto, tratar con estos recursos de datos en los medios de almacenamiento, gestionar o acceder se vuelve muy difícil. Los proveedores de almacenamiento en la nube, las operaciones de entrada y salida ejecutadas en los puestos de trabajo, en general, el nivel de archivo incrementa el costo de la comunicación y de procesamiento de datos para clientes móviles. Hay algunas soluciones que proporcionan una manera eficiente y menos costosa en el nivel de bloque de algoritmos de entrada y salida, en lugar de nivel de archivo. En esta solución, no todo el archivo es transmitido, se transmiten los bloques de datos, en caso de necesidad, lo cual es muy útil por los medios de tiempo y el costo de la comunicación de red. Además, para aumentar la eficacia del acceso a los datos, los dispositivos móviles pueden utilizar el almacenamiento local en caché para partes específicas del servicio en la nube, y así aumentar la velocidad de acceso y reducir la necesidad de la red.

Aquí también hay un problema, ya que no podemos almacenar grandes cantidades de datos en la memoria caché del dispositivo de almacenamiento móvil, por lo que la gestión de datos y mecanismos de selección de datos tienen que ser aplicados para determinar que partes o la cantidad de datos que puede ser almacenados o utilizados en la nube (Varshney 2007).

#### **4.5 OPTIMIZACIÓN DE OBJETIVOS**

El modelo simple intenta obtener el máximo beneficio mediante el equilibrio de la computación y poder de comunicación. Sin embargo, el buen rendimiento de la calidad de los servicios debe ser garantizado desde el punto de vista del usuario.

Las más importantes y ampliamente estudiadas métricas de calidad de servicio son el retardo de respuesta o tiempo de ejecución de la aplicación, donde el tiempo de ejecución remoto incluye el retardo de transmisión de la red inalámbrica e Internet, y la tarea de retardo de ejecución de la nube a distancia. Generalmente hay cinco clases de objetivos de optimización teniendo en cuenta todas las combinaciones posibles de estas dos métricas:

- Optimización del consumo de energía.
- Optimización del tiempo de ejecución.
- Optimización del consumo de energía en tiempo de ejecución limitado.
- Optimización del tiempo de ejecución, bajo la restricción del consumo de energía.
- Optimizar el consumo de energía en tiempo de ejecución.

Estos objetivos buscan optimizar y mejorar esta tecnología, haciéndola cada vez más agradable a los usuarios, en todas las aplicaciones de la NCM (Estigarribia 2012).

### **5. CONCLUSIONES**

Este trabajo presenta un estudio de la NCM, sus ventajas y los retos que enfrenta aún para poder consolidarse como la nueva generación en infraestructura de computación.

Esta tecnología facilita a empresas, organizaciones y a todos los usuarios el uso cotidiano de la información que existe en la red. La NCM es muy versátil ya que permite a sus usuarios compartir información de tamaño considerable.

La NCM ayuda a superar las limitaciones de los dispositivos móviles, en particular, el poder de procesamiento y almacenamiento de datos. Ayuda a prolongar la vida útil de la batería trasladando la ejecución de aplicaciones de computación intensivas a la nube. También es vista como una potencial solución a la fragmentación del mercado de los sistemas operativos móviles que en la actualidad llega a ocho principales sistemas operativos. Puede

aumentar el nivel de seguridad para dispositivos móviles logrado mediante un control centralizado y mantenimiento del software. Adicional, la NCM puede convertirse en una opción de ventanilla única para los usuarios de los dispositivos móviles ya que los operadores de nubes móviles pueden al mismo tiempo actuar como operadores de redes virtuales, proporcionando pago de servicios electrónicos, software, almacenamiento de datos, etc. como servicios.

Una serie de nuevas funcionalidades técnicas pueden ser proporcionadas por las nubes móviles, por ejemplo el suministro del contexto y la ubicación, permiten la personalización de los servicios en nuevas funcionalidades atractivas. La NCM a pesar de los diversos inconvenientes, es definitivamente el camino hacia el futuro. Por lo tanto, la comprensión de cómo va a ser útil para todos es muy importante. Esto debido a que día a día las tecnologías avanzan a grandes pasos y orientados hacia la búsqueda de un método conveniente y eficaz para el intercambio y accesibilidad de información.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Agradezco con mucho entusiasmo a los estudiantes de comunicaciones inalámbricas y comunicaciones digitales de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de Panamá por su colaboración en este trabajo.

## REFERENCIAS

- Lei L., Zhangdui Z., Kan Z., Jiadi C., and Hanlin Meng (2013). “Challenges on wireless heterogeneous networks for mobile cloud computing”, *IEEE Wireless Communications*.
- Miettinen A.P. and Nurminen J. K. (2010). “Energy efficiency of mobile clients in cloud computing”, *2nd USENIX Workshop on Hot Topics in Cloud Computing*, Berkeley, CA, USA.
- Smailagic A. and Ettus M (2002). “System Design and Power Optimization for Mobile Computers”, *Proceedings of IEEE Computer Society Annual Symposium on VLSI*.
- Hui S., Zhuohua L., Jiafu W., and Keliang Z (2013). Security and Privacy in Mobile Cloud Computing *Wireless Communications and Mobile Computing Conference*.
- Dinh H. T. (2011). “A Survey of Mobile Cloud Computing: Architecture, Applications, and Approaches,” *Wireless Communications and Mobile Computing*.
- U. Varshney (2007). “Pervasive healthcare and wireless health monitoring,” *Journal on Mobile Networks and Applications*.
- Estigarribia H. (2012), “Mobile Computing y su relación con aplicaciones móviles y aplicaciones sensibles al contexto, *Universidad Tecnológica de La Plata*.

### **Authorization and Disclaimer**

*Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.*