

**Universidad Nacional del Altiplano**  
**Facultad de Ingeniería Estadística e Informática**

**Docente:** Fred Torres Cruz

**Autor:** Mary Luz Nina Palacios

**Trabajo Encargado - N° 003**

**Enunciado de la tarea:**

RESUMEN

## **Extensión de la Ley de Amdahl para la Era de la Computación en la Nube**

**Autores:** Fernando Díaz-del-Río, Javier Salmerón-García, José Luis Sevillano

### **Resumen**

Este documento analiza la extensión de la Ley de Amdahl en el contexto de la computación en la nube, ofreciendo un marco para evaluar la eficiencia de aplicaciones ejecutadas localmente frente a aquellas descargadas a la nube. Se consideran diversos factores, como el ancho de banda de comunicación, la densidad de computación de las aplicaciones y el consumo energético, para determinar cuándo es más eficiente la ejecución en la nube.

### **1. Visión General de la Computación en la Nube**

La computación en la nube se ha convertido en una solución clave para la provisión de servicios de TI, ofreciendo tres modelos principales: Infraestructura como Servicio (IaaS), Plataforma como Servicio (PaaS) y Software como Servicio (SaaS). Estas soluciones permiten la escalabilidad automática, reducen los costos de hardware y promueven el ahorro de energía en dispositivos móviles. Los ejemplos incluyen Amazon EC2, Google App Engine y Dropbox. Las ventajas de la computación en la nube no solo se limitan a la escalabilidad y el ahorro de costos, sino que también facilitan la colaboración y el acceso a aplicaciones avanzadas sin la necesidad de una infraestructura local robusta.

### **2. Ley de Amdahl**

La Ley de Amdahl, propuesta originalmente por Gene Amdahl en 1967, se utiliza para predecir el potencial de aceleración de un sistema cuando se mejora una parte específica de este. Esta ley es especialmente útil en el diseño de sistemas paralelos y en la optimización de procesos. La fórmula de aceleración es:

$$S = \frac{1}{(1 - F) + \frac{F}{S_{fraction}}}$$

donde  $F$  es la fracción de la ejecución que se beneficia de la mejora. La Ley de Amdahl destaca la importancia de identificar y optimizar las partes del sistema que tienen el mayor impacto en el rendimiento global. Esta ley también señala las limitaciones inherentes a la paralelización, sugiriendo que los beneficios de añadir más recursos de procesamiento pueden disminuir si una parte significativa de la tarea no se puede paralelizar.

### 3. Extensión de la Ley de Amdahl a la Computación en la Nube

Extender la Ley de Amdahl a la computación en la nube permite una comparación efectiva del rendimiento entre la ejecución local y la ejecución en la nube. El tiempo de ejecución centralizado depende del número de instrucciones (NI), ciclos por instrucción (CPI) y el periodo de reloj (T). En la ejecución en la nube, se debe considerar además el tiempo de transferencia de datos a la nube, la ejecución remota y el retorno de los resultados al dispositivo local. Este enfoque considera tanto el tiempo de comunicación como el tiempo de procesamiento en la nube, proporcionando una visión integral de los costos y beneficios de la descarga de aplicaciones.

### 4. Modelos de Ejecución de Aplicaciones

Se analizan dos modelos principales de ejecución de aplicaciones:

1. **Ejecución Local:** Involucra una CPU con múltiples núcleos que ejecutan instrucciones tanto de manera secuencial como en paralelo. Este modelo se ve limitado por los recursos locales disponibles, como la memoria y la capacidad de procesamiento, y puede ser más eficiente para tareas que no requieren grandes cantidades de datos o procesamiento intensivo.

2. **Ejecución en la Nube:** Implica la transferencia de datos al servidor en la nube, la ejecución de las tareas en los servidores remotos y la devolución de los resultados al dispositivo local. Este modelo se beneficia de los recursos prácticamente ilimitados de la nube, incluyendo almacenamiento masivo y capacidades de procesamiento escalable, pero puede estar limitado por el ancho de banda de la red y la latencia de comunicación.

### 5. Comparación de Rendimiento

La aceleración (speedup) se calcula comparando los tiempos de ejecución local y en la nube. Los factores clave para esta comparación incluyen el ancho de banda de comunicación (BW), los CPI local y de la nube, y la densidad de computación de la aplicación (DI). La densidad de computación (DI) es crucial porque determina cuánto procesamiento se requiere en comparación con la cantidad de datos transferidos. Los gráficos de aceleración muestran cómo la computación en la nube puede ser más eficiente dependiendo de estos factores. Por ejemplo, aplicaciones con alta densidad de computación y grandes requerimientos de paralelización pueden beneficiarse significativamente de la computación en la nube, mientras que aplicaciones con baja densidad de computación podrían no ver una mejora considerable.

## 6. Implicaciones para la Descarga en la Nube

La decisión de descargar aplicaciones a la nube depende de la fracción de paralelización (F) y la densidad de computación de la aplicación (DI). La computación en la nube es ventajosa para aplicaciones con alta paralelización, ya que pueden aprovechar mejor los recursos distribuidos de la nube. Por otro lado, la ejecución local puede ser preferible para aplicaciones con baja paralelización, a menos que tengan una alta densidad de computación que justifique la transferencia de datos a la nube y el procesamiento remoto. Además, la capacidad de la nube para escalar automáticamente en respuesta a las demandas cambiantes de las aplicaciones es un factor importante a considerar.

## 7. Consideraciones Energéticas

La descarga de aplicaciones a la nube puede ahorrar energía al reducir la demanda de procesamiento local. El consumo de energía se ve afectado por el uso durante los periodos de comunicación y computación, y la descarga puede resultar en ahorros significativos en algunos casos. La eficiencia energética es especialmente relevante para dispositivos móviles, donde la batería limitada puede beneficiarse enormemente de la descarga de tareas intensivas a la nube. Sin embargo, es importante considerar el consumo de energía de la infraestructura de la nube y la red en su conjunto para una evaluación completa del impacto energético.

## Resumen Visual

### 1. Arquitectura del Sistema (Figura 1)

- **Ejecución Centralizada:** Las CPUs locales interactúan con la memoria local, ejecutando tareas directamente en el dispositivo. - **Ejecución Descargada:** Involucra la transferencia de datos entre el dispositivo local y el servidor en la nube, seguido de computación remota y recuperación de resultados. Esta arquitectura resalta los pasos adicionales de comunicación y procesamiento en la nube, que pueden introducir latencia pero también permiten una escalabilidad significativa y un uso eficiente de los recursos.

### 2. Análisis de Aceleración (Figura 2)

- **Gráficos de Aceleración:** Muestran los beneficios de rendimiento de la computación en la nube para diferentes densidades de aplicaciones y capacidades de dispositivos locales. Estos gráficos ilustran cómo la relación entre la fracción paralelizante y la densidad de computación influye en la eficiencia de la descarga a la nube. Las aplicaciones con alta densidad de computación y alta fracción paralelizante tienden a beneficiarse más de la nube, mientras que las aplicaciones con baja densidad de computación pueden no ver mejoras significativas.

## Aplicación Práctica: Visión Estereoscópica para Robots Móviles

Como ejemplo práctico, se discute la visión estereoscópica para robots móviles. Esta tecnología requiere un procesamiento intensivo para generar imágenes en 3D a partir de dos

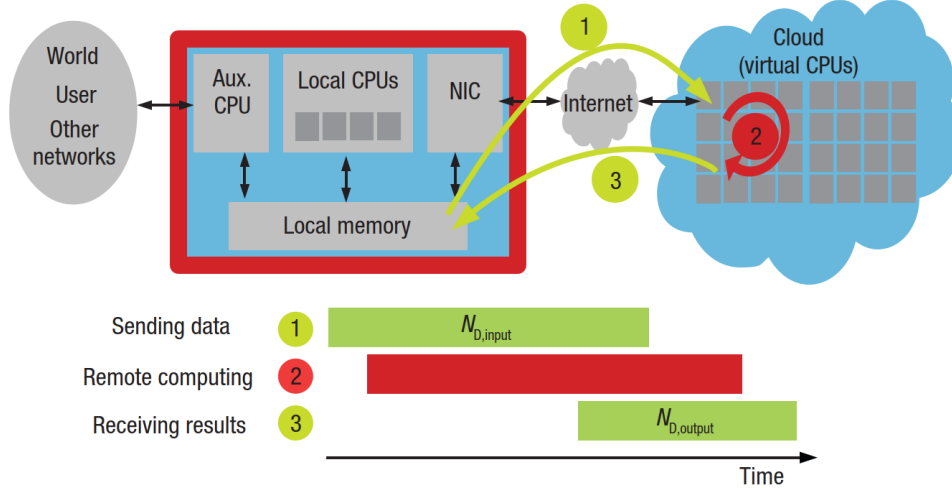


Figura 1: Arquitectura del Sistema

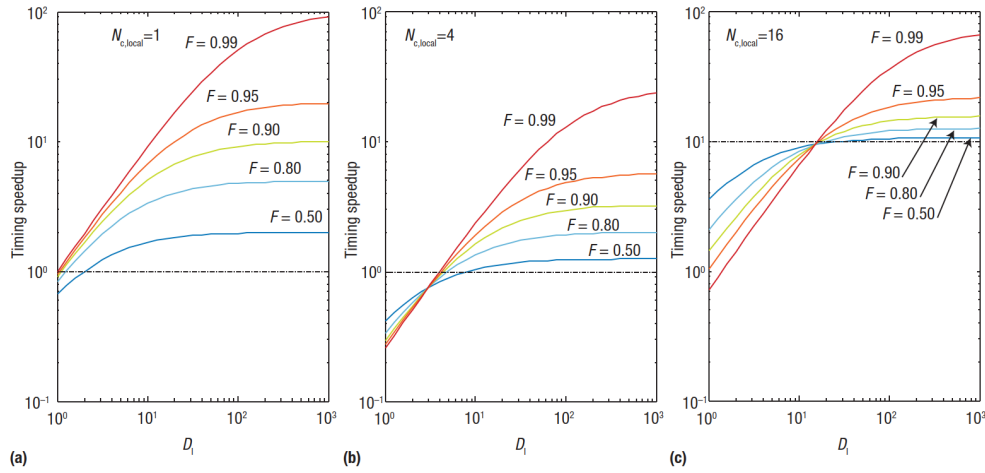


Figura 2: Análisis de Aceleración

vistas 2D. La descarga a la nube puede beneficiar esta tarea al proporcionar los recursos de procesamiento necesarios sin sobrecargar los sistemas locales del robot. Este enfoque permite equilibrar las demandas computacionales y las necesidades de procesamiento en tiempo real, mejorando la eficiencia y la capacidad del robot para operar en entornos complejos.

Este documento proporciona un marco claro y detallado sobre cómo extender la Ley de Amdahl puede ayudar a evaluar la idoneidad de la computación en la nube para diversas aplicaciones, considerando tanto el rendimiento como el consumo energético. Al analizar diferentes modelos de ejecución y factores clave como la densidad de computación y la fracción de paralelización, se puede determinar de manera efectiva cuándo es más beneficiosa la descarga a la nube.

GITHUB - LUZ052002

