

ISSN 1409-2441

Ingeniería

Revista de la Universidad de Costa Rica
Enero/Diciembre 1998 VOLUMEN 8 Nos. 1 y 2



COMPUTACIÓN MÓVIL: UN PARADIGMA EMERGENTE

Carlos Vargas C.

RESUMEN

La computación móvil es un paradigma emergente que surge de la combinación de tres tecnologías: terminales portátiles, comunicaciones inalámbricas, y redes de computadoras. En este artículo se introducen los conceptos más relevantes de la computación móvil, enfatizándose lo referente a las terminales portátiles. Además, se señalan varios de los nuevos problemas que afronta la ingeniería de sistemas y el manejo de la movilidad en Internet.

SUMMARY

Mobile computing is an emergent paradigm based on three technologies: portable terminals, wireless communications, and computer networks. This work introduces some relevant concepts about mobile computing, focusing on portable terminals, pointing out several new problems for the software engineering area, and the managing of mobility on Internet.

1. INTRODUCCIÓN

Computación móvil es un término que enfatiza la capacidad de poder utilizar facilidades computacionales sin tener que estar atado a un sitio fijo, a lo que sí obligan las computadoras personales de escritorio y las estaciones de trabajo. Avances tecnológicos en el campo de la computación y de las comunicaciones han traído la capacidad de comunicación inalámbrica a los equipos portátiles, lo que le permite a un usuario conectarse a una red, incluso cuando éste se encuentre en movimiento. Ya comienza a hablarse de la oficina virtual u oficina a distancia: "Un ordenador portátil, una tarjeta peMCA, un teléfono móvil... Con ese equipamiento ya es posible disfrutar de las ventajas de la oficina a distancia" [Sánchez, Y., 1996; Broida, R., 1998]. También se habla de la oficina rodante [Bragi, D., 1999].

La meta de la computación móvil es "el acceso a la información, comunicación y servicios, en cualquier momento y en cualquier lugar" [Mazer, S. et al., 1995]. Dicha meta está apoyada por la combinación de tres elementos

esenciales: 1) la infraestructura, compuesta de computadoras estacionarias y dispositivos de red; 2) computadoras portátiles, con propiedades físicas y capacidades computacionales variables; y 3) canales de comunicación, alámbricos o inalámbricos, con anchos de banda variables, diferentes costos y varios niveles de confiabilidad.

Recientemente el mercado ha comenzado a ofrecer una gran variedad de equipos periféricos orientados, exclusivamente, hacia la computación móvil. La computadora portátil, pieza esencial de este paradigma emergente, es un término general que incluye un rango muy amplio de distintos tipos de unidades portátiles. Estas unidades poseen diferentes capacidades, tamaños, y formas que van desde las portátiles clásicas, pasando por las ultraportátiles y los dispositivos de palma que caben en una mano, hasta llegar a las diminutas tarjetas organizadoras que pueden llevarse en la billetera [Karagiannis, K., 1998].

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Tillamook	Nombre del primer procesador Pentium MMX que se produjo con verdadera tecnología móvil. Se manufacturó con tecnología de 0.25 micras en vez de 0.35 micras utilizada con procesadores para pes de escritorio.
MMO	Tarjeta de procesador que constituye la tecnología móvil mas reciente usada en el Pentium n. Esta incluye de manera integrada la memoria caché de nivel 2.
TFT	Tecnología de matriz activa para pantallas planas que logra una imagen de mas alta calidad que la tecnología de matriz pasiva.
DSCN	Tecnología de matriz pasiva para pantallas planas.
HPA	Es una tecnología superior a la DSCN pero inferior a la TFT.
EDORAM	Primera memoria principal diseñada para trabajar con equipos basados en procesadores tipo Pentium.
DRAM	Memoria mas veloz que la EDO.
SDRAM	Memoria muy rápida, superior a la DRAM.
USB	Novedoso puerto que permite conectar docenas de dispositivos periféricos (tales como cámaras digitales o de vídeo) en cascada sin requerir energía eléctrica externa.
Fast IR	Puerto infrarojo rápido que pennite transmitir datos de modo inalámbrico a una tasa de hasta 4 Megabits por segundo.
PCMCIA	También llamada tarjeta Pe. Permite expandir la funcionalidad de una portátil. Existen tres tipos de tarjetas pe denominados tipo I, II Y III que se insertan en una ranura. PCMCIA son las siglas de la organización que creó este estándar.
CardBus	Un nuevo estandar mejorado de la tarjeta PC, con gasto de corriente mas reducido y que opera con bus de 32 bits alcanzando una transferencia de hasta 600 Megabytes por segundo.
ZV	Sin requerir procesamiento del bus del sistema ni del procesador principal, este nuevo estándar logra comunicación directa entre el controlador de la tarjeta PC y los controladores de vídeo y sonido, permitiendo correr videos sonoros en pantalla completa sin pérdida de cuadros.
Port Replicator	Duplica los puertos permitiendo la conexión a múltiples equipos periféricos sin necesidad de estar reconectando cables.
Docking Station	Dique de atraque que duplica los puertos y además incluye bahías adicionales y ranuras de expansión.
NiMH	Un tipo de batería que no presenta el problema del "efecto de memoria" pero que sí tiende a autodescargarse.
Lithium-ion	Un tipo de batería que no presenta el problema del "efecto de memoria" ni tiende a descargarse.

Tabla N° 1. Tecnicismos de la computadora portátil.

2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Tal como siempre acontece con la aparición de nuevas tecnologías, han surgido una gran cantidad de conceptos y términos nuevos importantes de conocer evaluar las capacidades funcionales que ofrecen los diversos equipos portátiles. Entre las tecnologías de punta se destacan las pantallas planas de matriz activa [Chinnock, C., 1998], los puertos infrarojos de alta velocidad [Mainelli, T., 1998], los procesadores móviles [Tsenter, B. y Golod, 1998] y las baterías de larga duración [Begun, D., 1998].

Normalmente, las revistas que anuncian las computadoras portátiles contienen alguna información acerca de sus componentes. Internet ofrece la facilidad de tener acceso a los sitios de las compañías manufactureras de computadoras portátiles para obtener las características técnicas de éstas con mucho detalle. Una comprensión clara de las especificaciones técnicas de una computadora portátil se facilita si se conoce la tecnología con que se manufacturaron los distintos componentes, junto con la nomenclatura que los identifica (ver tabla N° 1).

3. UNA CLASIFICACIÓN DE LAS COMPUTADORAS PORTÁTILES

La selección de una computadora portátil, más allá de consideraciones netamente de costo, puede ser una tarea mucho más compleja que, por ejemplo, seleccionar una computadora personal de escritorio. Actualmente algunas computadoras portátiles ofrecen un desempeño muy cercano al alcanzado por las computadoras personales de escritorio.

Establecer una línea divisoria absoluta que separe los distintos tipos de computadoras portátiles es prácticamente imposible. La tecnología cambia tan rápidamente que lo que hoy considera muy veloz mañana será lento. Sin embargo, es necesario contar con una

clasificación para poder analizar y comparar las computadoras portátiles. Por ello, si aceptamos algún grado de traslape, podemos tipificar las computadoras portátiles atendiendo principalmente a atributos de peso, factores de forma, funcionalidad y precio, con independencia de marcas y modelos particulares [Vargas, C., 1999]. Obsérvese la figura N° 1.

Actualmente algunas computadoras portátiles ofrecen posibilidades muy cercanas a las computadoras personales de escritorio. Por ejemplo, las computadoras portátiles de alto nivel están diseñadas para que efectivamente sustituyan a las computadoras personales de escritorio.

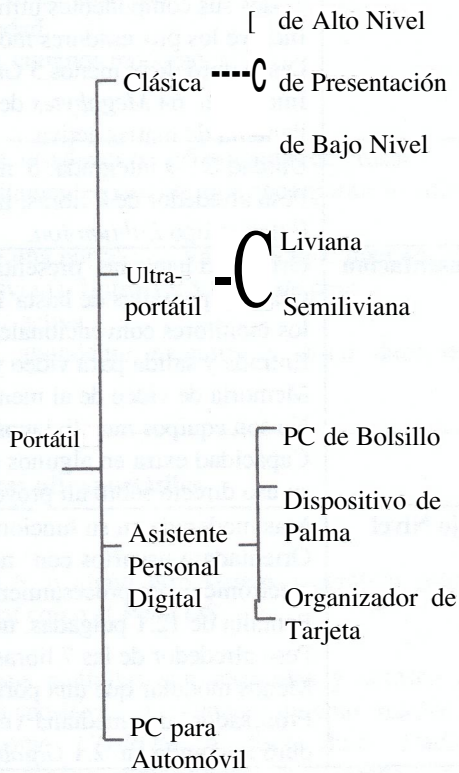


Figura III/ 1. Una clasificación de las computadoras portátiles.

3.1 Portátil clásica (*laptop*)

En la actualidad viene con procesadores Intel tipo Pentium, o equivalentes, manufacturados por otras empresas. Generalmente pesa entre 6 y 11 libras, tiene *CD-ROM* de *IOX* como mínimo, la pantalla de despliegue es de al menos 12.1 pulgadas en la diagonal. Usualmente posee 32 *Megabytes* de memoria principal y un disco duro de al menos 2.1 *Gigabytes*. Goza de al menos una ranura *PCMCIA* y un puerto infrarrojo. Un mayor refinamiento distingue tres subcategorías: de alto nivel, de presentación y de valor.



Figura N° 2. Computadora portátil clásica (*laptop*)

Portátil clásica	Características distintivas
de Alto Nivel	<p>Diseñada para sustituir a la computadora personal. Todos sus componentes utilizan tecnología de punta. Incluye los procesadores móviles más veloces. Disco duro de al menos 5 <i>Gigabytes</i>. Inicia con 64 <i>Megabytes</i> de memoria principal. Pantalla de matriz activa. Unidad <i>DVD</i> integrada, ó módulo opcional. Peso alrededor de 9 libras, no muy liviana. Baterías tipo <i>Lithium-ion</i>.</p>
de Presentación	<p>Orientada hacia las presentaciones con multimedia. Grandes pantallas de hasta 15.1, que ofrecen un área visible competitiva con la de los monitores convencionales. Entrada y salida para video y sonido de tabla de ondas (<i>wffjJetable</i>). Memoria de video de al menos 4 <i>Megabytes</i>. No son equipos muy livianos y la batería tampoco tiene duración excesiva. Capacidad extra en algunos modelos de poder soltar la cubierta de la pantalla para su uso directo sobre un proyector.</p>
de Bajo Nivel	<p>Más moderada en su funcionalidad y desempeño que la portátil de alto nivel. Orientada a usuarios con necesidades moderadas, tales como usuarios de correo electrónico o de procesamiento de texto. El costo es bajo. Pantalla de 12.1 pulgadas, no necesariamente de matriz activa. Peso alrededor de las 7 libras. Menos modular que una portátil de alto nivel. Procesador de mediana velocidad, 32 <i>Megabytes</i> de memoria principal, disco duro iniciando en 2.1 <i>Gigabytes</i>, y <i>modem</i> rápido.</p>

Tabla N° 2. Computadoras portátiles clásicas.

3.2 Ultraportátiles

Son mucho mas livianas y mas delgadas que las computadoras portátiles de valor. Se distinguen dos clases: las livianas y las semilivianas. Ambos tipos utilizan procesadores *Pentium* y corren *Windows 98*.

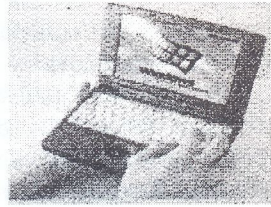


Figura 3. Computadora ultraportátil.

Ultraportátil	Característica distintivas
Liviana (<i>Mininotebook</i>)	Tamaño muy compacto y poco peso, menos de 3 libras. Pantalla de tamaño bastante reducido. No posee <i>CD-ROM</i> interno, aunque puede conectarse uno externo. Teclado pequeño lo cual dificulta su uso. Procesador de baja velocidad. Disco duro y memoria de tamaños moderados. Costo bajo.
Semiliviana (<i>SubNotebook</i>)	Extremadamente delgada, alrededor de 1.8 pulgadas de grosor. Equipo muy poderoso altamente portable que incorporan lo último en tecnología. Bastante mas liviana que una portátil de Valor, aunque ligeramente mas pesada que una portátil liviana. Entre 3 y 5 libras de peso. Pantalla grande de matriz activa. Procesador muy veloz, abundante memoria y disco duro de alta capacidad Costo muy elevado.

Tabla N° 3. Computadoras ultraportátiles.

3.3 Asistentes personales digitales

También llamados PDAs por sus siglas en inglés (*Personal Digital Assistant*). Son extremadamente compactos y livianos. A lo sumo alcanzan las 2 libras y algunos únicamente pesan 2 onzas. A diferencia de las portátiles clásicas o de las ultraportátiles que ejecutan *Windows 98*, éstas máquinas ejecutan una versión reducida de *Windows*, llamada *Windows*

CE, u algún otro sistema operativo patentado, tal como el *Palm OS*.

Sus pantallas son reducidas y carecen de los dispositivos de almacenamiento masivo, tales como *CD-ROM* o disco duro. Dadas sus pequeñas dimensiones, la entrada de datos siempre resulta bastante dificultosa. Son diseñadas para complementar a una computadora personal o a una portátil clásica, no para sustituirlas. La forma de intercambio de

información es típicamente a través del puerto infrarojo. Pese a sus capacidades reducidas, resultan ideales para ciertas aplicaciones y su costo es bajo. La mayoría de las unidades operan con baterías alcalinas. AA ó AAA, con duraciones que van desde un día hasta varias semanas. Algunas comienzan a utilizar baterías recargables de *NiMH* y más recientemente las *Lithium Ion*.

Atendiendo a sus capacidades y tamaño se distinguen tres tipos de unidades. La mayor es la llamada PC de bolsillo, o *Handheld* en inglés, que pesa menos de 2 libras. La intermedia es el dispositivo de palma o *Palm-sized* en inglés, que pesa menos de 8 onzas. y mas diminuto aún

es el organizador de tarjeta PC que únicamente pesa 2 onzas y puede portarse dentro de la billetera.

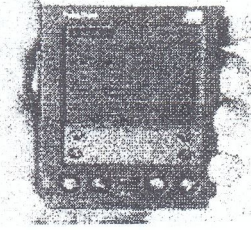


Figura 1v.04. Dispositivo de palma.

Asistente personal	Característica distintivas
PC de Bolsillo	Muy pequeña y liviana. Pesa entre 12 y 24 onzas con un tamaño típico alrededor de 1.3x7.5x4.0 pulgadas, aún menor si es monocromática. Incluye capacidad de grabación de voz y pantalla de tacto. Ejecuta <i>Windows CE</i> u otros sistemas operativos patentados. Teclado integrado pero cuyo uso resulta difícil debido al tamaño reducido. Típicamente viene con un puerto serial y otro infrarojo, una memoria entre ~ y 32 <i>Megabytes</i> y procesadores corriendo entre 60 y 100 Mhz. Tiene un modem interno y soporte a tarjetas pe tipos I y II que le extiende la funcionalidad. tal como conectarse a una cámara digital. Algunas vienen con un diaque de atraaque.
Dispositivo de Palma	Tan pequeño y liviano que puede portarse en el bolsillo. Pesa entre 5 y 7 onzas y mide alrededor de 0.7 x 3.2 x 4.7 pulgadas. Ejecuta un sistema operativo patentado o una versión de <i>Windows CE</i> . Viene con 8 <i>lvlegabytes</i> o menos de memoria pero soporta tarjetas de memoria <i>CompactFlash</i> para almacenamiento extra. Carece de teclado, pero los datos pueden entrarse vía la pantalla de tacto. Fácilmente se sincronizan con la computadora personal a través del puerto infrarojo. Contiene un modem rápido y ofrece el servicio del correo electrónico.
Organizador de Tarjeta PC	Unidad muy diminuta que puede ser llevada en la billetera. Pesa menos de 2 onzas y su tamaño es alrededor de 0.3 x 3.8 x 2.1 pulgadas. Los datos se deben capturar desde otra computadora, por cuanto usualmente son unidades solo de lectura. La vida de la batería es bastante larga y ejecuta un sistema operativo patentado.

Tabla N° 4. Asistentes personales digitales

3.4 PC para Automóvil

Novedoso equipo diseñado para constituirse en un elemento integrador del automóvil, ya que controla los teléfonos celulares, el sonido, los sistemas de seguridad, y otros sistemas. Ofrece una amplia gama de funciones. Por ejemplo, responder a comandos de voz e integración con dispositivos de posicionamiento global (GPS) para establecer un mapa de la ruta a seguir.

Las AutoPC son las primeras unidades de *Ciarion Corporation*. Estas vienen con controles activados por voz capaces de reconocer un vocabulario de hasta 200 palabras. Permiten intercambio de datos con un asistente personal digital a través del puerto infrarrojo. *Intel* también está desarrollando un producto similar denominado *Connected Car*, mientras que la empresa *Chrysler* optó por utilizar tecnología existente: cualquier PC de bolsillo que ejecute *Windows CE* conjuntamente con un programa desarrollado por *Motorola*.

4. PROBLEMAS DE LOS AMBIENTES MÓVILES

El poder conectar una computadora portátil a una red, sea ésta inalámbrica o estacionaria, incrementa enormemente los servicios y aplicaciones disponibles al usuario, tales como correo electrónico o transferencia de archivos desde sitios remotos. Sin embargo, la introducción de movilidad y comunicaciones inalámbricas acarrea algunos retos técnicos a la ingeniería de sistemas.

Dado que las computadoras son típicamente configuradas para utilizarse en un sitio fijo, en algunas situaciones la incorporación de la computación móvil obliga a los diseñadores de sistemas a adaptar las estructuras de los sistemas tradicionales. Otras veces, el diseñador deberá afrontar problemas completamente diferentes de aquellos propios de las redes estacionarias.

La portabilidad induce algunas restricciones que no se presentan en las computadoras fijas. Por ejemplo, las computadoras móviles usan baterías lo que representa una restricción no encontrada en las computadoras fijas. Cuando se produzca una condición de batería baja, entonces podría cambiarse de una interfase gráfica a una basada en texto, consumiendo así menos energía.

La restricción impuesta por el tamaño de algunas computadoras portátiles obliga a consideraciones especiales en el diseño de la interfase de usuario [Welling, G. y Badrinath, B., 1997]. Cuando la pantalla de despliegue sea muy pequeña, como acontece con los asistentes personales digitales, el diseñador de la aplicación deberá tomar en cuenta que quizá no disponga de un ambiente de ventanas. Algunas terminales portátiles, aunque pequeñas, sí soportan las ventanas. Sin embargo, deberá considerarse que resulta impráctico mantener varias ventanas simultáneamente, por cuanto resulta difícil localizarlas cuando se hayan apiladas unas sobre otras en varios niveles de profundidad. También deberá tomarse en cuenta que los elementos típicos encontrados en las ventanas, tales como los bordes y la barra del título, consumen un espacio valioso de la pantalla.

Cuando una aplicación que administra el correo electrónico, detecta que la conexión se encuentra en un estado intermitente, entonces podría escoger el mantener en memoria los mensajes de salida, enviándolos luego, cuando detecte suficiente ancho de banda. Si la situación restrictiva perdura, entonces podría entrarse a un estado iconizado, como sugerencia para inhibir la actividad de la red.

Como norma, una aplicación en un ambiente de computación móvil debería dinámicamente mejorar su calidad de servicio cuando un recurso está disponible, y paulatinamente degradarse cuando se comience a carecer del mismo. Entre los recursos que deben ser considerados se incluyen: la batería, la memoria, el procesador, y la red [Lorch, J. y Smith, A., 1998].

Forman y Zahorjan [Forman, G. y Zahorjan, I., 1994] señalan algunos de los retos pertinentes a la computación móvil y a las comunicaciones inalámbricas. Los problemas inherentes a la computación móvil son diversos y se manifiestan en las diferentes capas que definen la arquitectura de la red.

A nivel de capa física, los mayores problemas enfrentados por las comunicaciones inalámbricas, en contraste con las comunicaciones alámbricas, provienen de que la señal es perturbada por el ambiente. Los caminos que la señal recorre pueden quedar bloqueados, o la señal es perturbada por el exceso de "ruido". En consecuencia, ocurren desconexiones con mucha más frecuencia que con las comunicaciones alámbricas. De modo que si un sistema depende mucho de la red entonces dejará de funcionar durante las fallas de ésta.

Una mayor autonomía de la terminal móvil implica una mejor tolerancia hacia la posibilidad de desconexión de la red. Ciertas aplicaciones podrían correr localmente en la terminal móvil en vez de fragmentarse a través de la red. Conviene explotarse que las computadoras ligeras actualmente gozan tanto de alta portabilidad como de gran autonomía. El ingeniero de sistemas deberá decidir como gastar los recursos de la red: previniendo que ocurran las desconexiones o buscando establecer sistemas que enfrenten el problema de las desconexiones más apropiadamente. Si las desconexiones ocurren con duraciones muy cortas, la operación asincrónica puede ocultarlas. El *X-Windows* usa esta técnica para mejorar el rendimiento del sistema.

Otro problema con que se topan las comunicaciones inalámbricas es el bajo ancho de banda [Halsall, F., 1998]. Mientras que, por ejemplo, éstas apenas logran alrededor de un *Megabit* por segundo con tecnología infraroja, y de dos *Alegabits* con radio comunicaciones, con *fast Ethernet* en redes no inalámbricas se alcanzan los cien *Megabits*. De ahí que se

requieran ciertas técnicas de *software* que manejen esta situación. Las técnicas de comprensión con *buffer* mejoran el rendimiento ya que, usualmente, bloques mayores producen tasas de compresión mas altas.

A nivel de capa de red, la que se encarga de encausar los mensajes asociados a las capas de protocolo superior a través de toda la red, surge una complicación adicional para poner en ruta un mensaje a un anfitrión móvil: la red deberá primeramente localizarlo.

En la siguiente sección se examina como este problema se resuelve a nivel de Internet.

5. COMPUTACIÓN MÓVIL EN EL CONTEXTO DE LA RED INTERNET

La meta de poder acceder información en cualquier momento y desde cualquier lugar es perseguida tanto por la computación móvil, como por Internet. Usuarios buscando acceso a Internet desde sus terminales móviles, requieren que éstas puedan conectarse a Internet y que se mantengan así, aún cuando ellos estén moviéndose de un lugar a otro, estableciendo nuevos enlaces y alejándose de enlaces previamente establecidos.

Desafortunadamente, cuando el protocolo de Internet (IP) fue diseñado no se consideró a los usuarios móviles. El supuesto fue que las conexiones se harían mediante enlaces fijos. El esquema de direccionamiento mediante el IP no ayuda a la computación móvil. Primero entendamos cómo son usadas las direcciones en Internet [Perkins, E., 1997]. Por una parte, el protocolo de control de la transmisión (TCP) mantiene el seguimiento del estado de la sesión interna entre los nodos finales en comunicación a través de la dirección IP de dichos nodos, que es almacenada junto con los números de puertos, ya que estos últimos son los selectores para el demultiplexamiento de la sesión. Es decir, que el TCP usa la dirección IP para identificar. Por otra parte, las direcciones IP también son

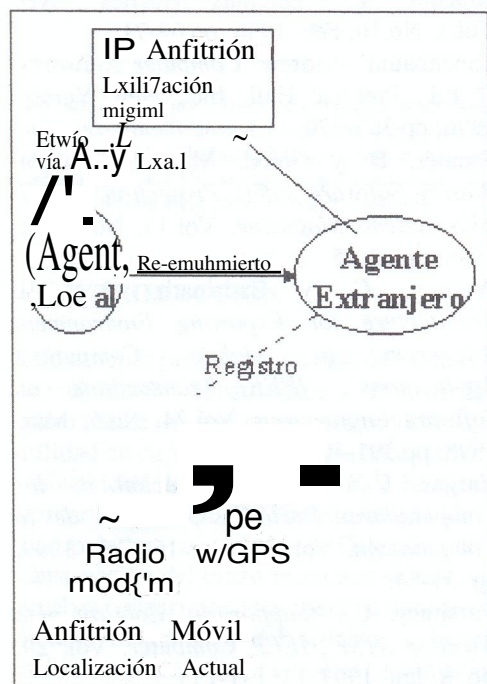
utilizadas para encontrar una ruta entre los nodos finales. La ruta de ida no necesariamente tiene que ser la misma de vuelta.

En relación con las terminales móviles, el esquema de direccionamiento conduciría a que se debe tener una dirección IP estable para que la terminal sea identificable por otros computadores de la red Internet, pero entonces el enrutamiento también sería estable, significando que los paquetes siempre se dirigirían al mismo lugar, lo cual no resulta en

la computación móvil en la red Internet, ya que permite utilizar dos direcciones IP, una para identificación y la otra para enrutamiento.

El problema de localizar un anfitrión móvil, se basa en un proceso de enrutamiento que utiliza agentes de dos tipos, denominados agentes extranjeros y agentes locales, quienes cooperan para remitirle paquetes al anfitrión desde su dirección base al moverse de un área a otra [Tanenbaum, A., 1996].

Conceptualmente el proceso cooperativo se lleva a cabo como se describe a continuación [Varshney, U., 1997]. El designado agente local de un anfitrión móvil remite paquetes desde la localización original del anfitrión hacia su localización actual. En la medida en que el anfitrión se está moviendo, éste se registra con un agente extranjero quien sirve al área siendo visitada por el anfitrión. Primeramente el agente extranjero notifica al agente local del anfitrión, luego registra al anfitrión y le envía al agente local la información del registro. Cualquier agente extranjero previo es también notificado cuando un anfitrión se mueve. Nótese que los paquetes continúan siendo enviados a la localidad previa del anfitrión, donde el agente local los copia y los remite al agente extranjero actual, quien a su vez los envía al anfitrión móvil.



6. CONCLUSIONES

Alguién mencionó, que la historia recordaría al periodo de 1996 al 2006 como "la década de la computación móvil". Quizá esta aseveración sea muy osada. Sin embargo, al observar las tendencias se puede anticipar que la computación móvil junto con Internet jugarán un papel importante en la sociedad mundial.

La ingeniería de sistemas ha comenzado ya a jugar un papel constructivo en el desarrollo de estas dos tecnologías recientes. La ingeniería de sistemas está poniendo mucha atención a la aplicación de métodos y principios orientados

movilidad.

Figura IV^o 5. Envío de paquetes con IP Móvil.

Debido a la situación anterior, la IETF (*Internet Engineering Task Force*) compuesta por más de 60 grupos de trabajo, se dió a la tarea de formular la especificación del protocolo llamado IP móvil [Perkins, E., 1996]. Este protocolo es una versión que extiende el IP para que soporte

hacia el desarrollo de sistemas, cuyos componentes exhiban alguna fOffila de movilidad a través de redes y requiera conocimiento acerca del dominio dentro del cual el movimiento tenga lugar.

Pese a que la computación móvil no ha alcanzado una madurez completa, ya se cuenta con un fabuloso desarrollo en las transmisiones vía satellite que ha logrado una cobertura mundial en transmisiones inalámbricas. También existe un gran interés en lograr incorporar masivamente los servicios de multimedia al ambiente de la computación móvil.

BffiUOGRAFÍA

1. Begun, D., "Mobile Computing", *Computer Shopper*, Vol.20, No.4, May. 1998, pp.219-234.
2. Bragi, D., "Road Stories", *Portable Computing*, Vol.2, No.12, Jan. 1999, pp. 128-129.
3. Broida, R., "Assembling the Ideal Mobile Office", *Mobile Computing & Communications*, Vol. 9, No.7, Julio 1998, pp. 107-115.
4. Chinnock, C., "Small and Alid-Size Flat-Panel Displays Heat Up the Afainstream", *Electronic Design*, Vol. 46, No.19,Ago. 1998.
5. Fonnán, G. y ZahOljan, 1., "The Challenges of Mobile Computing", *IEEE Computer*, Vol. 7, No. 4, 1994, pp.38-47.
6. Halsall, Fred. *Comunicacion de Datos, Redes de Computadores y Sistemas Abiertos*. 4ª Ed., Addison-Wesley Iberoamericana, S.A.: Venezuela, 1998.
7. Karagiannis, K., "Notebook Technology Watch", *Laptop*, V01.1 NO.9, Sep. 1998, pp. 128-135.
8. Lorch, I. y Smith, A., 1998, "Software Strategies for Portable Computer Energy Management", *IEEE Personal Communications*, Vol. 5, No. 3, 1998, pp. 60-73.
9. Mainelli, T., "Invisible Connections: Infrared & Portable Computers", *Guide to Upgrading*, Vol.6, No.2, Feb. 1998, pp.97-98.
10. Mazer, S. et al. "Issues in lv/mobile Computing Systems", *IEEE Personal Communications*, Vol.2, No.6, Dic. 1995.
11. Perkins, E., "Mobile IP", *IEEE Communications Magazine*, Vol. 35, No. 5. May. 1997, pp.84-99.
12. Perkins, E., "Ipv4 Mobility Support", *RFe 2002*, Oct. 1996.
13. Sánchez, V., "Oficinas Móviles", *Net*, Yo1.3, NO.16, Feb. 1996, pp.68-71.
14. Tanenbaum, Andrew. *Computer Networks*. 3ª Ed., Prentice Hall, Inc.: New Yersey, 1996, pp.367-370.
15. Tsenter, B. y Golod, M, "Lithium-Ion Battery Software safety Protection", *IEEE AES Systems Magazine*, V01.13, No.9, Set. 1998, pp.23-25.
16. Welling, G. y Badrinath, B., "An Architecture jór Exporting Environment Awareness to Mobile Computing Applications", *IEEE Transactions o/i Software Engineering*, Vol. 24, No.5, May. 1998, pp.391-400.
17. Vargas, C., "Una clasificación de las Computadoras Portátiles", *Ífundo de la Computación*, Vol. 13, No. 16, Feb. 1999, pp. 51-54.
18. Yarshney, U., "Supporting Mobility with Wireless ATM", *IEEE Computer*, Vol. 29, No. 8, Jan. 1997, PP. 131-133.