

Optimización de la composición de redes a partir de técnicas de Inteligencia artificial

Antoni Barba Martí, Ángel Pallejà Muñoz
Departamento de Ingeniería Telemática
Universidad Politécnica de Cataluña
Jordi Girona, 1-3 Edificio C3. 08034
telabm@entel.upc.edu ; apalleja@entel.upc.edu

Resumen- las redes de nueva generación definen una iniciativa europea para la nueva generación de comunicaciones móviles. En estos entornos, la composición de redes heterogéneas para posibilitar la comunicación entre estas con calidad de servicio es primordial. En este artículo se presentan diferentes propuestas iniciales para el diseño de diferentes escenarios basándose en el uso de técnicas de inteligencia artificial.

La composición de redes de nueva generación NGN puede realizarse a partir de la selección de estaciones radioeléctricas con los servicios solicitados por el usuario y que pueden proporcionarse de acuerdo a una calidad de servicio. En caso de no estar disponibles se proporcionarían mediante la red de forma ubicua. Esta ubicuidad se distribuye mediante la composición de redes NGN utilizando como herramientas las redes neuronales y algoritmos genéticos. Se van obteniendo en cada interacción las celdas con los servicios más adecuados a las demandas de los usuarios alterando la topología de la red, la radiación de las antenas o la configuración y encaminamiento de las comunicaciones.

Palabras Clave: Redes de nueva generación NGN, Inteligencia artificial, redes neuronales RN, algoritmos genéticos AG.

I. INTRODUCCION

En la planificación de sistemas de telecomunicaciones el diseño de la configuración necesaria para prestar un servicio de manera óptima respecto de algún criterio de desempeño es fundamental. Por ejemplo, si el criterio de desempeño [1] es el costo, un problema a resolver es encontrar una topología de red que interconecte sus nodos al menor costo y que tenga la propiedad de asegurar la comunicación fiable de datos.

Actualmente, las prestaciones y economía de Gigabit Ethernet y 10GE empujan hacia cambios importante tanto en redes 3G como las de un futuro inmediato 4G [2], cambios provocados por los drásticos incrementos de ancho de banda y escalabilidad así como la facilidad de gestión y el bajo coste respecto a los conmutadores ATM y a los equipos de Jerarquía Digital Síncrona (SDH). Dichos avances, junto con la creciente demanda de ancho de banda por las aplicaciones multimedia, plantean también la necesidad de disponer de redes Ethernet autoconfigurables, de altas prestaciones, escalables a grandes tamaños de red y de coste reducido.

Ethernet se ha consolidado en los últimos años como el estándar predominante en las redes locales de ámbito empresarial, metropolitano, etc. Frente a FDDI, ATM, SDH, DQDS y otros, por sus altas prestaciones, compatibilidad con equipos Ethernet de distintas velocidades, economía, capacidad de autoconfiguración e independencia del direccionamiento IP. Ethernet recordemos inicialmente 3Mbps, ha evolucionado en capacidad desde 10Mbps a 10Gb en aproximadamente 24 años y de los simples Bridges que unían las redes locales se ha pasado a los conmutadores N*10 Gigabit. Su evolución se acerca a la conocida "Ley" de Moore de duplicación de la capacidad de los dispositivos semiconductores cada 24 meses.

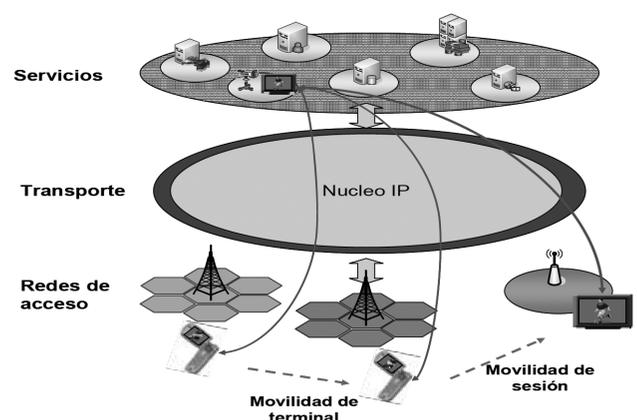


Fig1. Visión del entronco de generaciones móviles de próxima generación

Esta evolución está planteando cambios importantes en la arquitectura de redes heterogéneas. Las redes heterogéneas basadas en Ethernet de hacerse cada vez más extensas, veloces y complejas, requieren de nuevas funcionalidades en los nodos que garanticen escalabilidad, rendimiento y seguridad requiriendo a la vez mínima gestión y configuración.

La integración de esas redes de acceso pertenecientes a diferentes dominios de gestión, pertenecientes a diferentes operadores se basará en el concepto de redes “Todo-IP” que ha sido sujeto de estudio [12]. Los paquetes del protocolo IP (IP) atravesarán redes de acceso y el núcleo de red sin ninguna conversión de protocolos [11]. La incorporación del protocolo IP permitirá extender el entorno de Internet hacia el ámbito de las redes móviles como hasta ahora se ha ido produciendo con el concepto de Internet móvil. El concepto Todo-IP permitirá una comunicación transparente y el desarrollo de nuevas soluciones de servicios innovadores con requerimientos de calidad de servicio (CdS) [13]. Sin embargo, mantener la continuidad y calidad del servicio puede verse afectada por factores como la autenticación y la movilidad. El procedimiento de autenticación puede impactar en el retardo final de un traspaso y como consecuencia, puede afectar la continuidad del servicio. La necesidad por mantener la continuidad y el grado de servicio adecuado demandan una rápida autenticación, lo cual es parcialmente difícil en escenarios de traspaso inter-dominio. Ver figura 1

El problema planteado en este artículo consiste en definir una arquitectura de alta capacidad adecuada para las redes heterogéneas y que a la vez permita simplificar la configuración y mantenimiento de la red, optimizando la infraestructura de comunicaciones mediante la reducción del coste de los equipos. Se trata de definir herramientas, algoritmos y arquitecturas de funcionalidad añadidas que mantengan las ventajas de los dispositivos de red como Bridges eliminando sus inconvenientes y sus protocolos de funcionamiento que implementan redes Ethernet lo más autoconfigurables posible. Ver figura 2.

Ethernet precisa introducir encaminamiento para escalar con granularidad fina y fiabilidad. Por lo visto parece que debe utilizarse encaminamiento en capa

dos sobre direcciones jerárquicas mediante protocolos que coexistan de forma integrada con los protocolos existentes de IP y de conmutadores. Esto permitiría una Ethernet global capaz de escalar a redes de cualquier tamaño e implementar encaminamiento intradominio e interdominios.

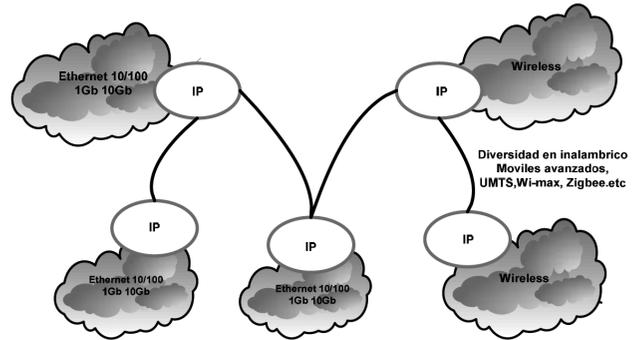


Fig2. IP y tecnologías subred hoy

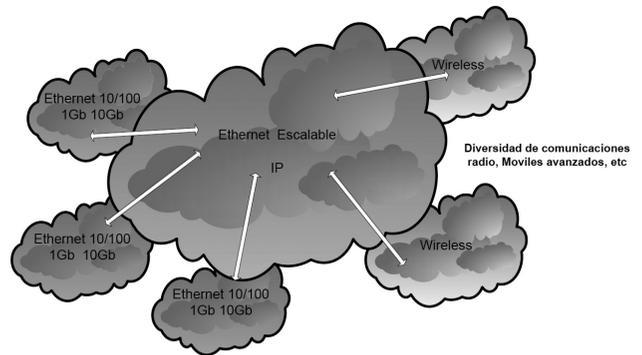


Fig 3. Arquitectura hipotética con IP reducida y Ethernet escalable jerárquica

II. REDES NUEVA GENERACIÓN NGN

2.1 Composición de redes

La rápida evolución de las tecnologías de la comunicación y la amplia red de servicios necesaria para el mantenimiento de esta originaron las tecnologías descentralizadas: esto permite que la sobre carga de los sistemas no sea un problema y que el número de usuarios con acceso a cualquier tipo de recurso sea ampliable.

La tecnología que dará soporte a estos entornos se vienen fraguando desde hace ya varios años: redes cableadas e inalámbricas, computación móvil y ubicua, nuevos dispositivos de interacción, módulos “vestibles”, redes de sensores, sistemas de

bajo consumo, etc. Sin embargo, aún es necesario resolver retos de miniaturización, disminución del consumo, seguridad fiabilidad, etc.

El concepto de red NGN define un conjunto de funciones de soporte de las cuales se exige que cumplan con las necesidades de negocio de los operadores, entidades comerciales y también con los usuarios finales.

Según la Recomendación Y.2001 de ITU-T, la NGN se define como «una red basada en paquetes capaz de ofrecer servicios de telecomunicaciones, utilizar las múltiples tecnologías de banda ancha, proporcionar transporte con Quality of Service, QoS, y conseguir que las funciones relacionadas con el servicio sean independientes de las tecnologías del transporte subyacentes.

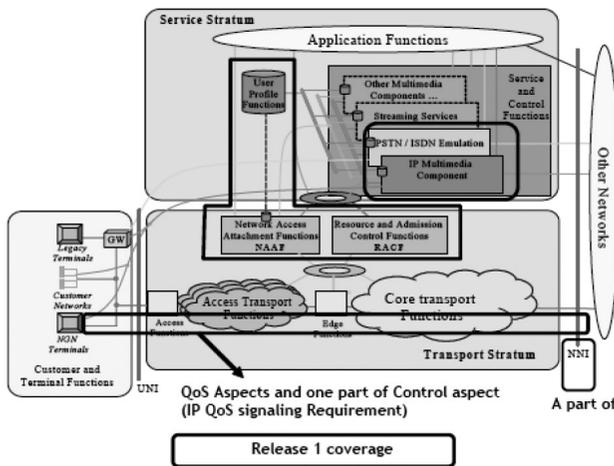


Fig.4 Concepto y aspectos característicos de la arquitectura NGN

La figura 4, es el concepto de red de conectividad totalmente heterogénea y compatible. Esta red posibilita a los usuarios el acceso a otras redes y elegir los proveedores y servicios.

Además, soporta la denominada movilidad generalizada, la cual permite una oferta de servicios ubicua y consistente para los usuarios. Las características fundamentales son:

- Transferencia basada en paquetes.
- Soporte de un amplio rango de servicios y aplicaciones, tanto en tiempo real como en tiempo no real, streaming y multimedia.

- Separación de las funciones del control del transporte y del servicio.

- Desarrollo de servicios a través de interfaces abiertas.

- Capacidad de banda ancha con QoS extremo a extremo.

- Trabajo integrado con redes precedentes (PSTN/ISDN y otras) a través interfaces abiertas.

- Movilidad generalizada, tanto de usuarios como de dispositivos a través de diferentes tecnologías de acceso sin interrupción del servicio.

- Acceso de los usuarios a servicios ofrecidos por diferentes proveedores.

- Variedad en los esquemas de identificación de usuarios y dispositivos.

- Trabajo con un mismo perfil de servicio para un usuario en toda la red.

- Convergencia de los servicios fijos y móviles.

- Independencia de las funciones de un servicio de las tecnologías de transporte subyacentes.

- Soporte para múltiples tecnologías de última milla.

- Cumplimiento de todos los requisitos reguladores (comunicaciones de emergencia, seguridad, privacidad, interceptación legal de contenidos)

2.2 Escenario y problemáticas

Tradicionalmente las soluciones de movilidad se ocupan principalmente de entrega de la terminal de un usuario entre dos estaciones base un operador controlado por la infraestructura causados por el movimiento físico del usuario. Sin embargo, en los futuros escenarios de redes NGN el término “movilidad” ha de ser tratada en un sentido mucho más amplio e incluye las reacciones del sistema a los cambios en el usuario y los entornos de red, incluidos los cambios en la radio y los recursos de la red comercial.

Así pues como consecuencia, ya no es posible prever un único paradigma de movilidad que puede hacer frente a este conjunto diverso de las necesidades. En cambio utilizando técnicas de inteligencia artificial podemos ayudar a optimizar toda una serie de inconvenientes comentados anteriormente esto es.

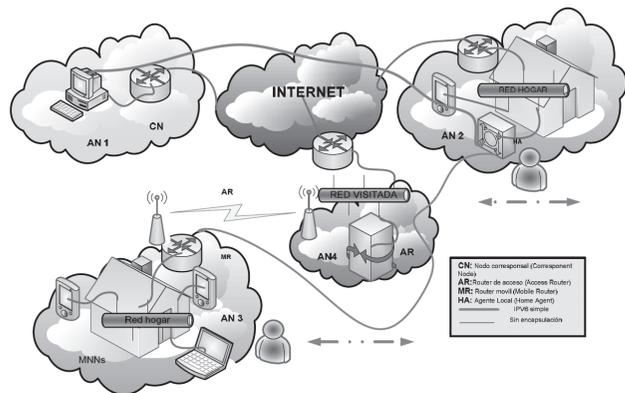


Fig5.escenario de red NGN sin ayuda de inteligencia artificial

La tabla 1 describe aproximadamente la influencia de la optimización de las operaciones en la planificación i gestión de redes de distribución NGN en función de la demanda.

DEMANDA de DISTRIBUCION	OFERTA de distribución	OPTIMIZACIÓN
Demanda, aleatoria y frecuencia variable	Tamaño y dimensionado de red	Numero y características de red
Diferentes puntos de servicio	Niveles de servicio prestado proveedor	Diseño y programación de redes NGN en función proveedor
Puntos de servicio con dispersión geográfica variable	Políticas de precios y comunicación	Planificación equipamientos de NGN proveedor
Demandas latentes por ausencia de servicio	Satisfacción de la demanda latente	Costes de explotación de red
Restricciones horarias de servicio en función de clases	Promoción de puntos de distribución favorables	
	Eliminación de distribución de puntos desfavorables	

Tabla 1: Idea planificación y Gestión red NGN

III APLICACIÓN DE MECANISMOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL A LA COMPOSICIÓN DE REDES.

¿Podría ser posible definir un modelo de información que sea lo suficientemente general como para resolver un conjunto amplio de problemas que se puedan acercar lo más posible hacia situaciones reales?

En esta hipótesis de estudio lo que pretendemos es establecer diversos conceptos necesarios para determinar el inicio de servicio y la definición de una función económica capaz de evaluar los ingresos y los costes de las operaciones de distribución de los diferentes paquetes ofrecidos por los diferentes operadores... en cuanto a distribución de información. Para ello intentaremos en la medida de lo posible utilizar diferentes cálculos de optimización para luego poder extrapolar-lo al concepto inteligente (redes neuronales + AG).

Así pues la planificación y la gestión de redes de distribución NGN exige disponer de técnicas eficientes de optimización de rutas. Hay que tener en cuenta que el sistema de optimización de rutas disponible, no solo afecta al desarrollo de operaciones sino, también las decisiones de organización y estrategias como el tamaño optimo de diseño de red proveedor–usuario, estimación de costes, políticas de publicidad y desvinculación de servicio (por cambio de proveedor).

Por ejemplo, es habitual que en función de la competencia que existe los proveedores de servicio lanchen toda una serie de paquetes de tarificación, los precios se suelen fijar con cierta previsión pero, a veces mucho antes que la demanda de servicio sea conocida, siendo a veces frecuentes las cancelaciones de última hora y la contrata hacia nuevos clientes. Teniendo en cuenta que: *Si el número de usuarios que debe disfrutar de los servicios ofrecidos por los proveedores es pequeño, en función de la máxima capacidad de carga de la red optima a la distancia correspondiente, podemos decir que los beneficios o pérdidas generadas por ese mismo servicio pueden depender en gran medida de la eficiencia del sistema de optimización de rutas.*

No obstante, la necesidad de encontrar soluciones basada en las cuestiones mencionadas anteriormente, han conducido a los investigadores a la utilización de la Inteligencia Artificial, es decir a la utilización de heurísticas y meta heurísticos que permitan, cuando no obtener el optimo global, encontrar buenas soluciones. Así la utilización de redes neuronales, algoritmos genéticos.

En esta sección se describe en forma general como herramienta de trabajo para el problema planteado RN, AG .

3.1 Redes neuronales

Las redes neuronales artificiales [4]constituyen un campo multidisciplinar muy activo en el que confluyen investigaciones procedentes de muy diferentes áreas sus características de procesamiento distribuido, paralelo y adaptativo las convierten en las herramientas indicadas para tratar problemas de información masiva, distorsionada redundante imprecisa. ver figura 6

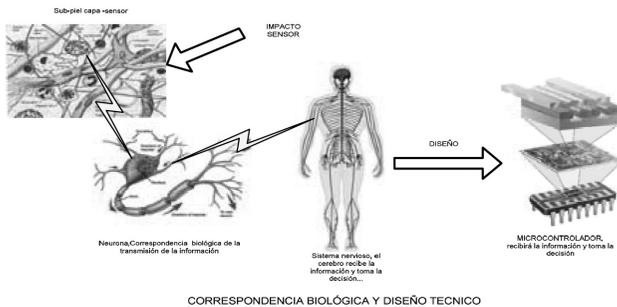


Fig 6. Correspondencia biológica y diseño artificial

Una red neuronal presenta además un grado de adaptabilidad que se concreta en las capacidades de aprendizaje y generalización. Por aprendizaje entendemos la capacidad para recoger información de las experiencias y utilizada para actuar ante situaciones futuras. La generalización está íntimamente relacionada con el aprendizaje, que podría definirse como la capacidad para abstraer la información útil, más allá de los casos particulares. De esta manera, la red neuronal es capaz de responder ante casos desconocidos de manera apropiada.

3.1.1. Arquitectura de red neuronal competitiva – red de kohonen.

Existen evidencias que demuestran que en el cerebro hay neuronas que se organizan en muchas zonas, de forma que las informaciones captadas del entorno a través de los órganos sensoriales se representan internamente en forma de mapas dimensionales.

A partir de estas ideas T.Kohonen presento en 1982 un sistema con un comportamiento semejante. Se trataba de un modelo de red neuronal con capacidad para formar mapas de característica similar a como ocurre en el cerebro. El objetivo de Kohonen era demostrar que un estímulo externo (información de entrada) por

si solo, suponiendo una estructura propia y una descripción funcional del comportamiento de la red, era suficiente para forzar la formación de mapas.

En líneas generales, las redes entrenadas mediante esta regla se caracterizan por diferentes factores: por una parte, tratan de asociar vectores de entrada a patrones de salida. En otro sentido, el aprendizaje es sin Supervisor y por último las estructuras de las redes las forman solamente 2 capas (entrada y salida). Existen 2 conceptos fundamentales en que se basa esta regla de aprendizaje: Aprendizaje Competitivo y Auto organización.

Esta idea se basa en la existencia de una cierta competitividad entre los PE de la capa de salida por la oportunidad de entrenarse(aprender). Esto, se refiere a que, el PE que produce la salida mayor se le considera Ganador, y tiene la capacidad de inhibir a los otros PEs (no presentan activación: salida nula). Todo ello conlleva que solamente los pesos del PE ganador podrán ser ajustados.

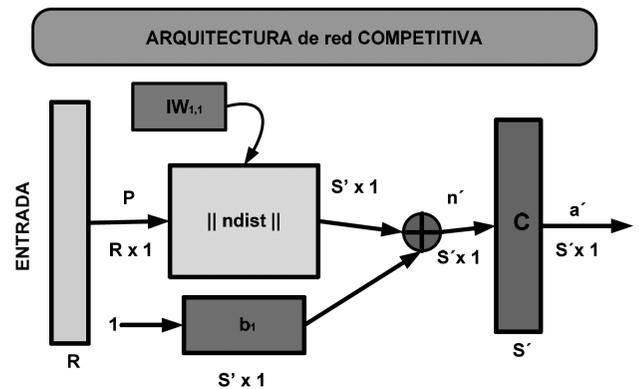


Fig 7. arquitectura competitiva estilo kohonen-matlab

La || ndist|| en el diagrama de bloques de esta figura acepta la entrada del vector (P) y la entrada de la matriz peso IW1,1 y produciendo un vector teniendo S1 elementos.

Los elementos son negativos de la distancia entre el vector de entrada y vectores i IW1,1 formados desde la para la entrada peso matriz.

La red de entrada n1 para que una capa competitiva es computada por la negativa distancia entre el vector entrada p y el peso del vector añadiendo las bias b. Ahora bien si todas las bias son cero, el máximo

que puede tener la red de entrada neurona será 0. Esto ocurre cuando la entrada del vector p es igual a las neuronas de los vectores de entrada.

La función de transferencia para la arquitectura competitiva acepta una red vector entrada para una capa y retorna neuronas de salida de 0 para todas las neuronas excepto para la ganadora, la neurona asociada con el más positivo elemento de red de entrada esto es n_1 . Los ganadores de salida son 1.

La velocidad de aprendizaje suele disminuir con el tiempo, hasta que toma un valor próximo a 0 en cuyo caso el aprendizaje finaliza.

La utilidad de sistemas que utilizan para su entrenamiento este tipo de regla, está en tratar de asociar cada PE de la capa de salida a un grupo de vectores de entrada, con una cierta similitud, generando de tal manera clases o clusters.

Si existen más PE en la capa de salida que clases de patrones de entrada, pueden suceder dos cosas: la primera es que queden PE inactivos, es decir sin asociar a ninguna clase y por otro lado, que una clase tenga asociados más de un PE.

Normalmente los patrones de entrada se Normalizan antes de entrar al sistema, la razón es la siguiente: El PE ganador se determina calculando una medida parecida entre el patrón de entrada y los vectores de pesos. Dicha similitud se calcula empleando, normalmente, la Distancia Euclídea y ésta no sólo compara magnitudes entre vectores sino, también la orientación espacial.

Así pues utilizaremos el mismo concepto de red para SOFM que no es más que el concepto de mapas autoorganizativos donde aprenden a clasificar los vectores de entrada según se agrupan en el espacio de entrada. Definiendo diferentes capas competitivas entre las neuronas de vecindad aprendiendo ha autoorganizarse y a reconocer secciones vecinas del espacio.

Los mapas autoorganizados aprenden ambos la distribución (como hacer capas competitivas). Hay que tener en cuenta que partirán de una topología de terminada de red. Puede ser asumible para un planteamiento

de un escenario donde existen diferentes AN's determinados, de manera que SOFM podrá ayudar en la toma de decisiones enguanto a topología y distancia.

Para ello utilizaremos matlab y sus diferentes funciones aplicadas a redes neuronales gridtop, hexagonal o randtop podrán mostrar las neuronas orientadas en un enrejado de de red partiendo de una topología totalmente aleatoria.. Las distancias entre neuronas se cuentan partiendo de sus posiciones con una función de distancia. Donde existen cuatro funciones de distancia: $dist$, $boxdist$, $linkdist$ i $mandist$.

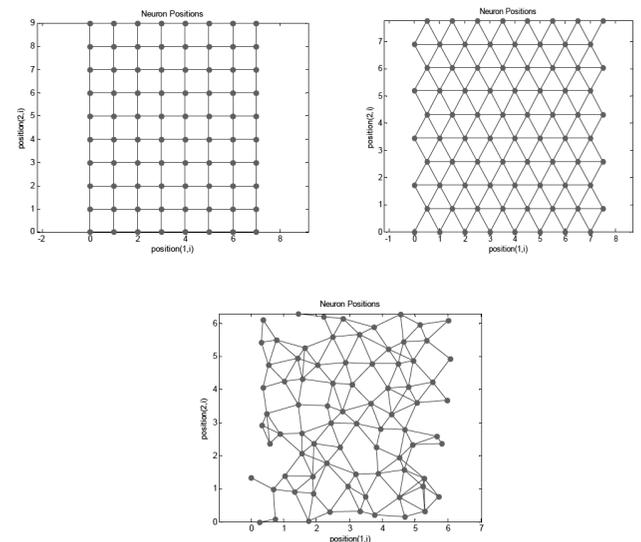


Fig 8. idea de evolución i optimización de los pesos de red, cercanía escenario de redes con varias AN a) muestra de neuronas en red con topología gridtop, b) topología de neuronas en hexagonal c) creación de neuronas aleatorias N partiendo de la función randtop. simulado con matlab

A continuación se comentarán brevemente la idea de trabajar con algoritmos genéticos para el entrenamiento de las redes neuronales anteriormente mencionadas.

3.2 Algoritmos genéticos

Los algoritmos evolutivos (AE's) son técnicas de búsqueda que intentan simular los mecanismos de evaluación natural, resultantes de la adaptación de los seres vivos del medio ambiente, para solucionar problemas de optimización. Esta simulación establece analogías entre los (AE's) y los mecanismos que provee la naturaleza buscando adaptar soluciones potenciales (cromosomas o individuos) a un medio en función de su fitness o ajuste.

Esto implica que en general, un AE puede resolver problemas de optimización de funciones sin la exigencia necesaria de continuidad ni derivabilidad.

El funcionamiento de los (AE) se basa en la modificación interactiva de una población de individuos candidatos a solución mediante el uso de operadores genéticos.

El mecanismo de resolución de problemas evolutivos puede esquematizarse en la figura 9.

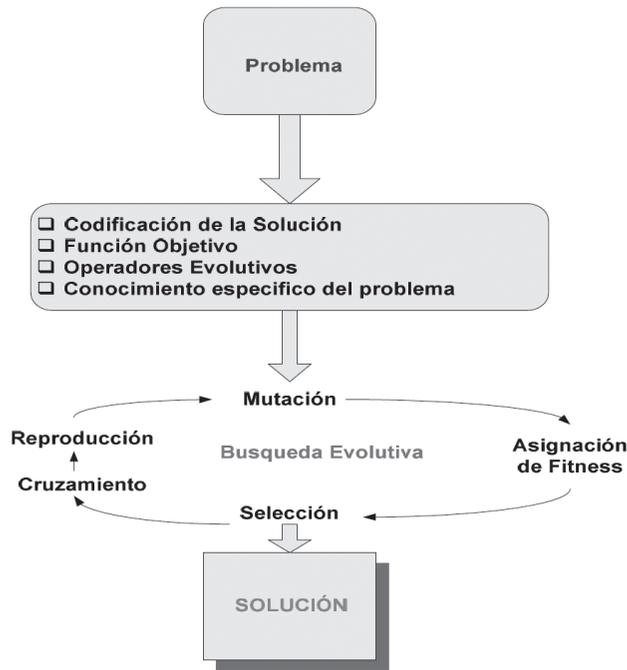


Fig9. Esquema de funcionamiento de un AE

3.2.1. Algoritmos Evolutivos Secuenciales

Los algoritmos evolutivos imitan el proceso de evolución natural, el principal mecanismo que guía la aparición de estructuras orgánicas complejas y bien adaptadas. De forma muy simplificada, la evolución es el resultado de las relaciones entre la creación de nueva información genética y los procesos de evaluación+selección.

Los AE son algoritmos estocásticos que mantienen una población de n individuos, esto es:

$$P(t) = [x_1^t, \dots, x_n^t] \quad (1)$$

Para cada interacción t. cada individuo representa una solución potencial al problema a tratar la cual es implementada como alguna (posiblemente compleja) estructura de datos D.

Cada solución x_i^t es evaluada con alguna medida de su aptitud. Posteriormente se seleccionan los individuos de la población para conformar la población intermedia (o conjunto de apareamiento) que es transformada por la acción de los llamados operadores genéticos para luego aplicar un mecanismo de inserción que arrojará como resultado una nueva población (interacción t+1).

Los operadores genéticos son transformaciones que tienen lugar sobre los individuos. Algunos miembros sufren transformaciones personales m_i (mutación), que crean un nuevo individuo ($m_i : D \rightarrow D$) y transformaciones de orden más alto c_j (tipo cruzamiento) que crean nuevos individuos combinando partes de algunos (dos o más) individuos esto es:

$$c_j : D \times D \dots \times D \rightarrow D \quad (2)$$

El algoritmo se ejecuta para cierto número de generaciones o hasta que satisface algún criterio de detección:

```

AE simple
t=0;
iniciar P(t);
hacer_mientras t < tmax
    t=t+1;
    Selección (P(t) desde P (t-1));
    Cruzamiento (P (t));
    Mutación (P(t) );
fin_de_hacer
fin
    
```

Tabla 2. Idea algoritmo secuencial

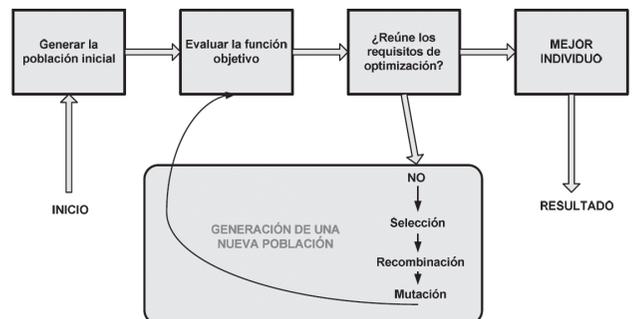


Fig.10. estructura de un AE de una única población

Un algoritmo evolutivo de una única población figura 10 es potente y funciona bien en una amplia variedad de problemas, pero es posible obtener mejores resultados introduciendo múltiples subpoblaciones. Estos desarrollan algunas generaciones (igual que en la población única) y luego intercambian individuos en subpoblaciones. Este modelo generado que podríamos llamar multi-poblacional es más parecido a los procesos naturales ver figura 11.

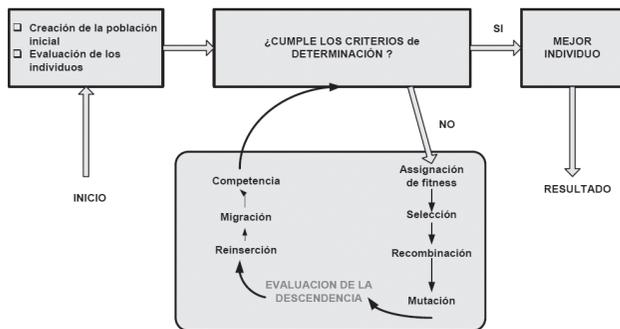


Fig11. estructura AE con múltiples poblaciones

3.2.2. Algoritmos evolutivos paralelos

La ejecución real de un algoritmo evolutivo secuencial requiere de una población de soluciones tentativas que representan puntos del espacio de búsqueda, sobre las que se realizan operaciones para guiar la búsqueda. En la práctica, esto supone que un AE utiliza recursos de computación como memoria física y tiempo de procesador de forma considerable.

Existen básicamente dos enfoques para disminuir el tiempo de ejecución real. (1) disminuir de alguna manera el número de evaluaciones necesario para alcanzar una solución y (2) ejecutar el algoritmo en una máquina paralela. Así pues los modelos paralelos de estos algoritmos son interesantes porque consiguen ambos objetivos, ya que modifican el comportamiento típico del algoritmo secuencial equivalente mediante el uso de una población estructurada.

La inclusión del paralelismo en las operaciones de un AE da lugar a un AE paralelo (AEP) [9-10]. Un AEP permite pues utilizar poblaciones de mayor tamaño, resolver problemas de mayor dimensión y complejidad, y reducir el tiempo real de espera por una solución. Además de estas ventajas planteadas globalmente hay que considerar que algunos tipos de AEP's pueden

cambiar su comportamiento debido a la forma especial de inclusión del paralelismo. Por el momento, ya disponemos de los elementos mínimos para delinear el funcionamiento de un algoritmo evolutivo paralelo (ver tabla3) a partir de la versión secuencial

```

AEP
t=0;
iniciar [Pt];
evaluar[Pt];
hacer_mientras
  Pt := selección_pareja[Pt];
  Pt := recombinación[Pt];
  Pt := mutación [Pt];
evaluar [Pt];
  Pt := comunicación [Pt] u AEPt; Pt ]; //interacción vecindad
  Pt+1 := secc_entorno [Pt u Pt];
t=(t+1);
fin_de_hacer
fin
  
```

Tabla3. AEP

Como puede observarse, un algoritmo evolutivo paralelo extiende la versión secuencial incluyendo una fase de comunicación con un vecindario de otros algoritmos evolutivos. La forma de realizar esta comunicación, el tipo de operaciones del resto de algoritmos en paralelo y otros detalles de funcionamiento determinan un comportamiento global. Hay que considerar que el algoritmo de la tabla2 vemos la generación de cada sub-algoritmo con un superíndice ti pueden estar en distintas etapas de su evolución.

De entre las operaciones de un algoritmo evolutivo secuencial el mecanismo de selección es el único que obligatoriamente involucra a toda la población. Este hecho es muy relevante para la paralización, y por tanto es merecedor de un estudio más detenido para el entrenamiento de las RN.

La otra gran vertiente que conduce a la combinación paralelo del AGs es la de abandonar la visión de población única y separarla en sub-poblaciones de cierto tamaño, como ya comentábamos anteriormente, que se comuniquen entre si de alguna forma. Es en este sentido en el que el AEP se ha mostrado con frecuencia más efectivo que su con tripartida AES y, en general, mejoran la búsqueda.

3.2.3 Optimización de función Tx/Rx con AGP

En esta sección ilustraremos la adaptación de un AGP a un problema de funciones bidimensionales

$f(x,y)$. En este caso la interpretación del problema es como sigue: haremos corresponder la función $f \rightarrow$ Transmisión medio T_x .

Esta $T_x \rightarrow$ asociada al estado (x,y) , la evolución del sistema tenderá a minimizarla, nos referimos a la función transmisión hacia el medio.

En términos generales, la idea principal de la exploración genética como ya se ha comentado anteriormente, es encontrar individuos mejor adaptados a su ambiente. Para eso los individuos se reproducen buscando, con el intercambio de material genético y las mutaciones, que cada nueva generación mejora la adaptación.

Entonces para poder aplicar este esquema al problema de minimizar la función, debemos dar las definiciones de individuos (usuarios/nodos) en nuestro caso, genes, cromosomas y ambiente, y cuantificar la adaptación. véase figura.12

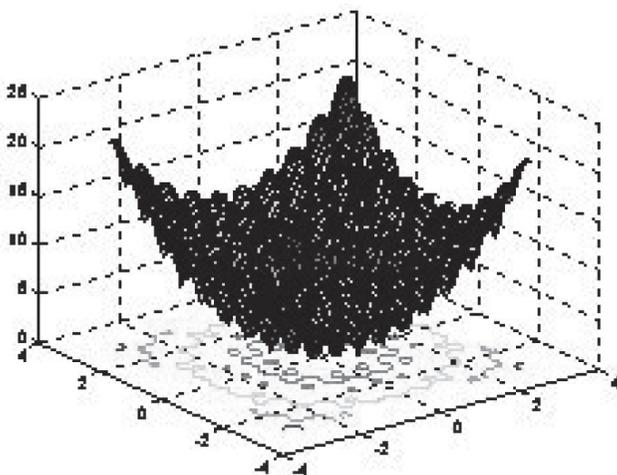


Fig.12. Transmisión hacia el medio

Si pensamos que cada individuo (usuario/nodo) corresponda a un punto de T_x como un par (x,y) $[h,i] \times [j,k]$, se puede definir la adaptación como un escalar inversamente proporcional a la función f de manera que la minimización de $f(x,y)$ corresponderá a la mejor transmisión con el mínimo de recursos y definido también como la mejor adaptación al medio de finida por la función f .

En este punto, solo queda definir la “codificación genética” del es del individuo (usuario/nodo) (x,y) para aplicar los operadores genéticos. Definiremos

un cromosoma como el arreglo consecutivo de 4 genes, dos por cada número del par (x,y) . Este arreglo se construye normalizando cada coordenada según el rango donde se puedan variar y guardando los primeros (n) decimales.

Así el par $(0.6, 1.45) \in [0,1] \times [0,3.35]$ si se normaliza el par $(0.6/1.45/3.35) = (0.6, 0.78923456\dots)$. La identificación del individuo (usuario/nodo) con su cromosoma (identificador) usando cuatro cifras significativas $(0.6, 1.45) \rightarrow [67895702]$.

En este “espacio genético” se pueden aplicar los operadores de cruzamiento y mutación, que en la evolución natural suceden en el espacio de las bases nitrogenadas y aquí en nuestro caso en la base numérica decimal.

Una mutación será el reemplazo de cualquiera de los 8 números del cromosoma por otro esto es $[14567889] \rightarrow [14067889]$.

Así pues el cruzamiento consiste en el intercambio, a partir de cualquier posición, de la información de los cromosomas (identificación) de los individuos (usuario/nodo) seleccionados, esto es $[24688642] + [87655432] \rightarrow [24685432]$. Ver figura13

Con estas definiciones podemos adaptar esta problemática a un entorno de red heterogéneo como población inicial N usuarios/nodo para $T_x(x_i, y_i)$, seleccionarlos para este caso usando la función $f(x_i, y_i)$.

A continuación comentamos muy brevemente el código utilizado en matlab para resolver esta aplicación. Tabla4

Los Parámetros empleados	
$genes = 4;$	$cromosoma \rightarrow (genx, geny) \rightarrow Tx/Rx$
$largo = 6;$	$longitud\ gen \rightarrow datos$
$N_{gen} = 70;$	$cantidad\ de\ generaciones \rightarrow Tx/Rx$
$mut = .2;$	$tasa\ de\ mutación$
$cross = .8;$	$tasa\ de\ cruzamiento$
$rango = [x_{min} y_{min}], [x_{max} y_{max}] \rightarrow rango$	
$distribución\ población\ inicial\ (red\ heterogénea)$	

Tabla.4. Parámetros optimización AEP

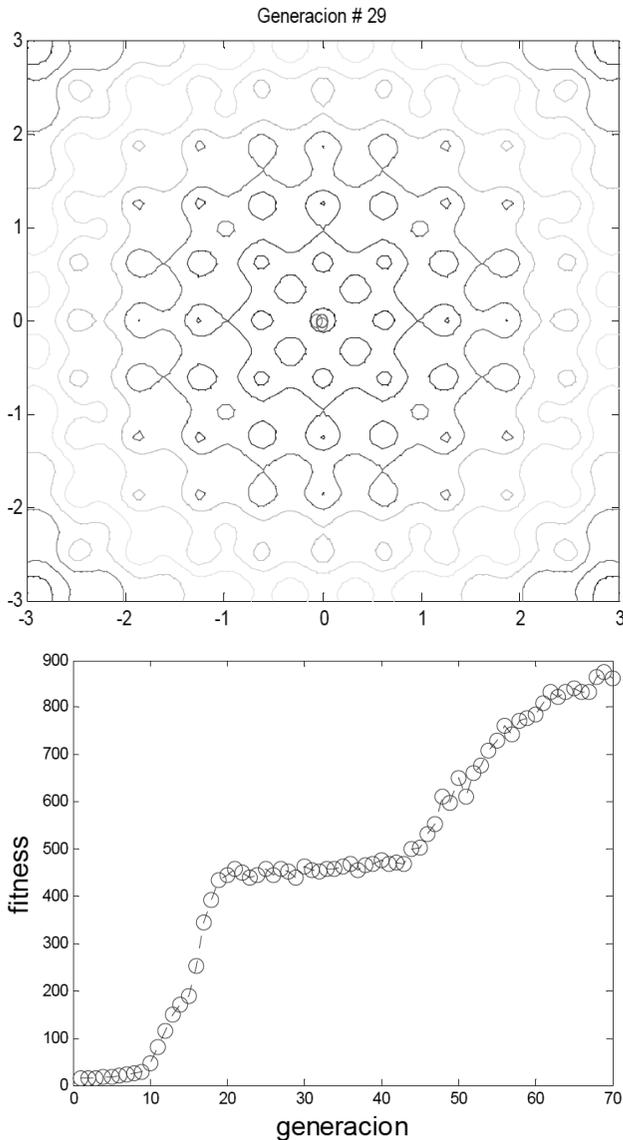


Fig 13, a) escaneado individuos en un instante t b) función fitness

IV.CONCLUSIONES

El principal objetivo de este trabajo es mostrar la posibilidad de empleo de la inteligencia artificial y en concreto de algunas de sus herramientas las redes neuronales y los algoritmos genéticos para la resolución de problemas de optimización de las redes de nueva generación NGN. No es fácil encontrar un mínimo global realizando un complicado ajuste de parámetros constantes de funciones de coste y de las funciones de activación de las neuronas de red .

El objetivo no es obtener la mejor solución, sino tan solo una buena (mínimo local), que represen-

te una solución localmente óptima al problema. El empleo de redes neuronales y algoritmos genéticos parece prometedor principalmente porque su implementación física aumenta la velocidad computacional de estos algoritmos, permitiendo una reducción en el tiempo de cálculo necesario para ofrecer una aproximación a la solución del problema.

Como trabajo futuro se propone verificar el funcionamiento de diferentes arquitecturas de red y sus algoritmos a la optimización de los problemas de redes de nueva generación, posición, arquitectura, retardo movilidad etc y utilizando también como función de activación de diferentes funciones y métodos de optimización diferentes.

VI.REFERENCIAS

[1] S.Glisic. Advanced Wireless Communications: 4G Technology. John Wiley–Sons: Chichester, 2004.

[2] WWI Ambient Network, “D1-8 Ambient Networking Concepts and Architecture”, IST-2002-507134-AN/WP1/D04. February 2005.

[3] WWI Ambient Network, “D3-3 Connecting Ambient Networks – Final Architecture, Protocol Design and Evaluation”, IST-2002-507134-AN/WP1/D/3-3. December 2005.

[4] Dan Hammerson: Working with neural networks Spectrum, July 1993, pp46-53.

[5] Richar R.Lipmann: An introduction to computing with neural nets. IEE magazine, April 1987, pp 4-22

[6] Mitchell, Melanie. An Introduction to Genetic Algorithms. MIT Press, 1996.

[7] Koza, John, Martin Keane, Matthew Streeter, William Mydlowec, Jessen Yu y Guido Lanza. Genetic Programming IV: Routine Human-Competitive Machine Intelligence. Kluwer Academic Publishers, 2003.

[8] Haupt Randy y Sue Ellen Haupt. Practical Genetic Algorithms. John Wiley&Sons,1998.

VII.BIBLIOGRAFIAS

[9] Golberg, David. Genetic Algorithms, Optimization and Machine Learning Addison –Wesley, 1989.

[10] Holland, John. "Genetic algorithms." Scientific American, julio de 1992, p. 66-72.

[11] Ch. Young-June, K. Bok Lee, S Bahk. All-IP 4G network architecture for efficient mobility and resource management. IEEE wireless communications, vol. 14, issue 2, april 2007.

[12][3GPP-22.978] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). All-IP Networks (AIPN) feasibility study (Release 7). Technical Specification 22.978 v 7.1.0. June 2005.

[13][3GPP-23.228] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). IP multimedia subsystem (IMS); stage 2 (Release 6). Technical Specification 23.228 v 6.4.1. January 2004.



Antonio Barba Marti es Ingeniero y Doctor Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Cataluña. Desde 1990 es profesor titular en el Departamento de Ingeniería Telemática de la misma UPC. Ha estado trabajando en diversos proyectos de investigación europeos desde 1992 (MONET, ATDMA, CANDLE) así como en proyectos españoles (AMI, CIDET, GIRIN) y con empresas, ha publicado más de cincuenta artículos en conferencias nacionales e internacionales. Premio a la mejor tesis doctoral de redes de acceso por el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación de España. Pertenece a diversas sociedades técnicas del IEEE, colabora con IETF. Es autor de un par de libros sobre Gestión de Red e Inteligencia de red. Sus principales áreas de interés son redes inteligentes, control y gestión de red.



Àngel Pallejà Muñoz es profesor-investigador a tiempo parcial (PDI) en el Departamento de LSI Lenguajes y Sistemas Informáticos en la FIB Facultat de Ingeniería Informàtica_UP Campus NORD. Actualmente está trabajando en la tesis doctoral en Ingeniería Telemática en la Universidad Politécnica de Cataluña en Barcelona, España. Sus principales áreas de interés son la Inteligencia Artificial, control, gestión de red, y las redes de nueva generación NGN.