UAI Universidad Abierta Interamericana

SISTEMAS OPERATIVOS

Mg. Leandro Ezequiel Mascarello

<leandro.mascarello@uai.edu.ar>

UAIOnline ultra

Aplicaciones Con Tareas Concurrente

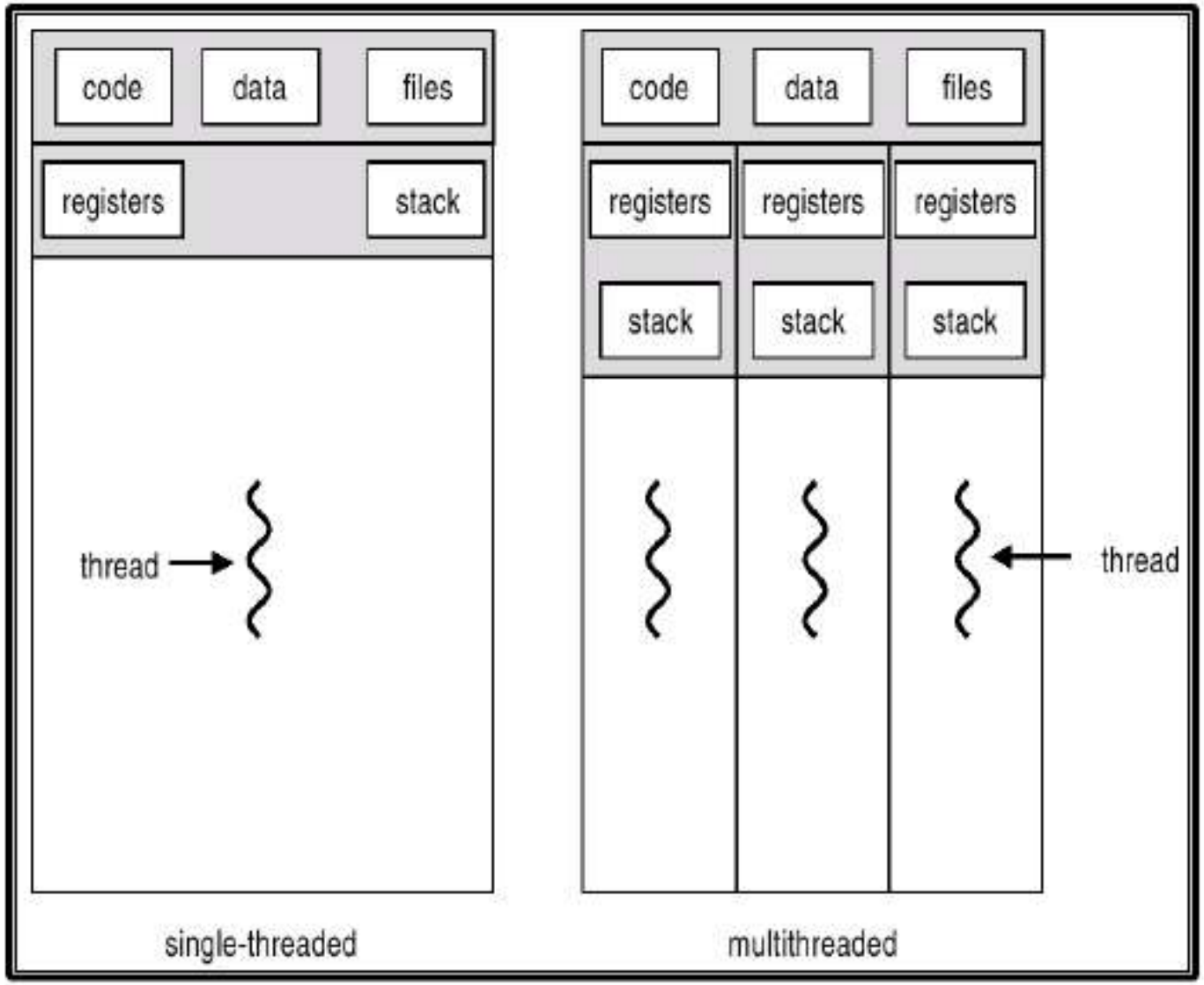
- Un proceso incluye un único hilo de ejecución.

- Diseño de aplicación con varias tareas concurrentes:
  - Un proceso receptor de peticiones y lanzar un proceso por petición.
  - Un proceso receptor y un conjunto fijo de procesos de tratamiento de peticiones.

Rendimiento de aplicaciones concurrentes

- Consumo de tiempo en la creación y terminación de procesos.
- Consume de tiempo en cambios de contexto.
- Problemas en la compartición de recursos.

Hilo, Proceso ligero o Thread



Hilos

- La mayoría de los modernos SO proporcionan procesos con múltiples secuencias o hilos de control en su interior.
- Se considera una unidad básica de utilización de la CPU.
- Cada uno comprende:
  - Identificador de thread
  - Contador de programa
  - Conjunto de registros
  - Pila
- Comparten con el resto de hilos del proceso:
  - Mapa de memoria (sección de código, sección de datos, shmem)
  - Ficheros abiertos
  - Señales, semáforos y temporizadores.

Beneficios

- Capacidad de respuesta.
  - Mayor interactividad al separar las interacciones con el usuario de las tareas de procesamiento en distintos hilos.
- Compartición de recursos.
  - Los hilos comparten la mayor parte de los recursos de forma automática.
- Economía de recursos.
  - Crear un proceso consume mucho más tiempo que crear un hilo (Ejemplo: en Solaris relación 30 a 1).
- Utilización sobre arquitecturas multiprocesador.
  - Mayor nivel de concurrencia asignando distintos hilos a distintos procesadores.
  - La mayoría de los sistemas operativos modernos usan el hilo como unidad de planificación.

Soporte de Hilos

- Espacio de usuario
- ULT – User Level Threads

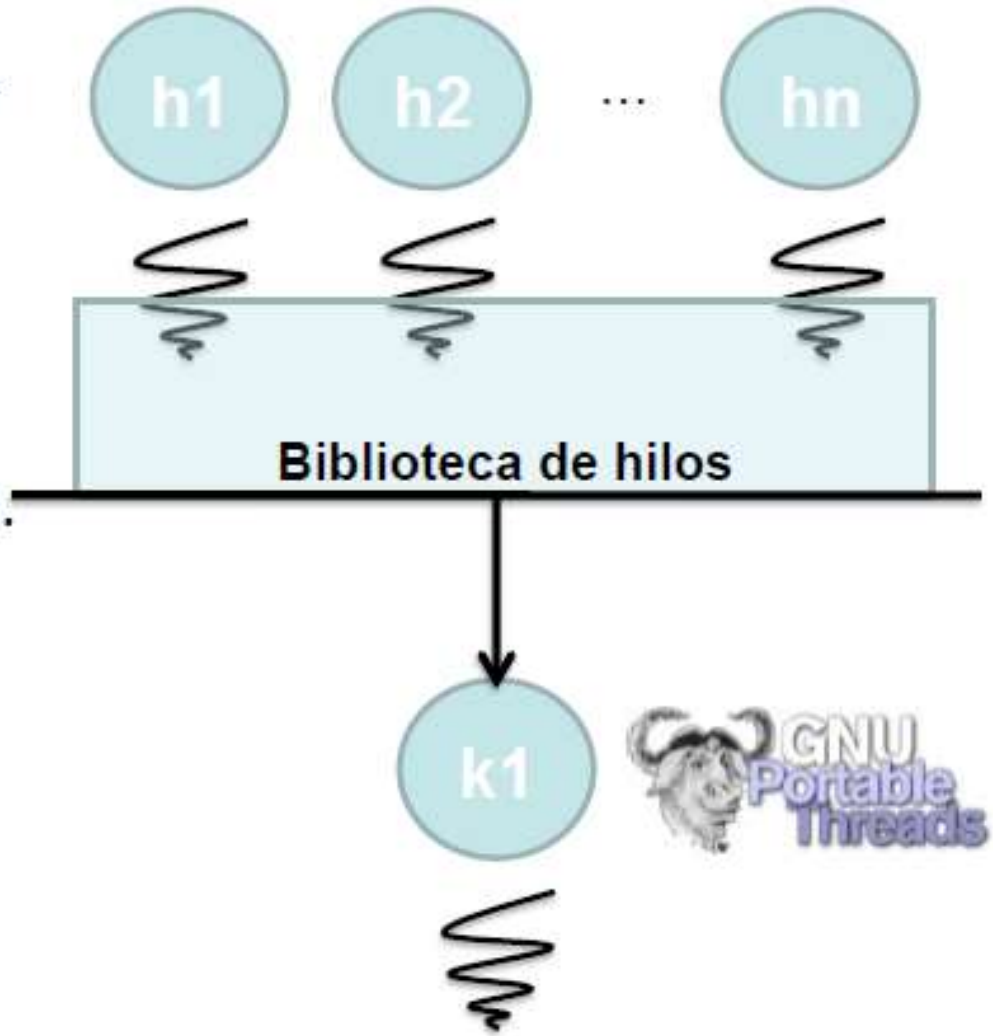
- Implementados en forma de biblioteca de funciones en espacio de usuario.
- El kernel no tiene conocimiento sobre ellos, no ofrece soporte de ningún tipo.
- Es mucho más rápido pero presentan algunos problemas → Llamadas al sistema bloqueantes.

- Espacio de núcleo
- KLT – Kernel Level Threads

- El kernel se ocupa de crearlos, planificarlos y destruirlos.
- Es un poco más lento ya que hacemos participar al kernel y esto supone un cambio de modo de ejecución.
- En llamadas al sistema bloqueantes sólo se bloquea el thread implicado.
- En sistemas SMP, varios threads pueden ejecutarse a la vez.
- No hay código de soporte para thread en las aplicaciones.
- El kernel también puede usar threads para llevar a cabo sus funciones.

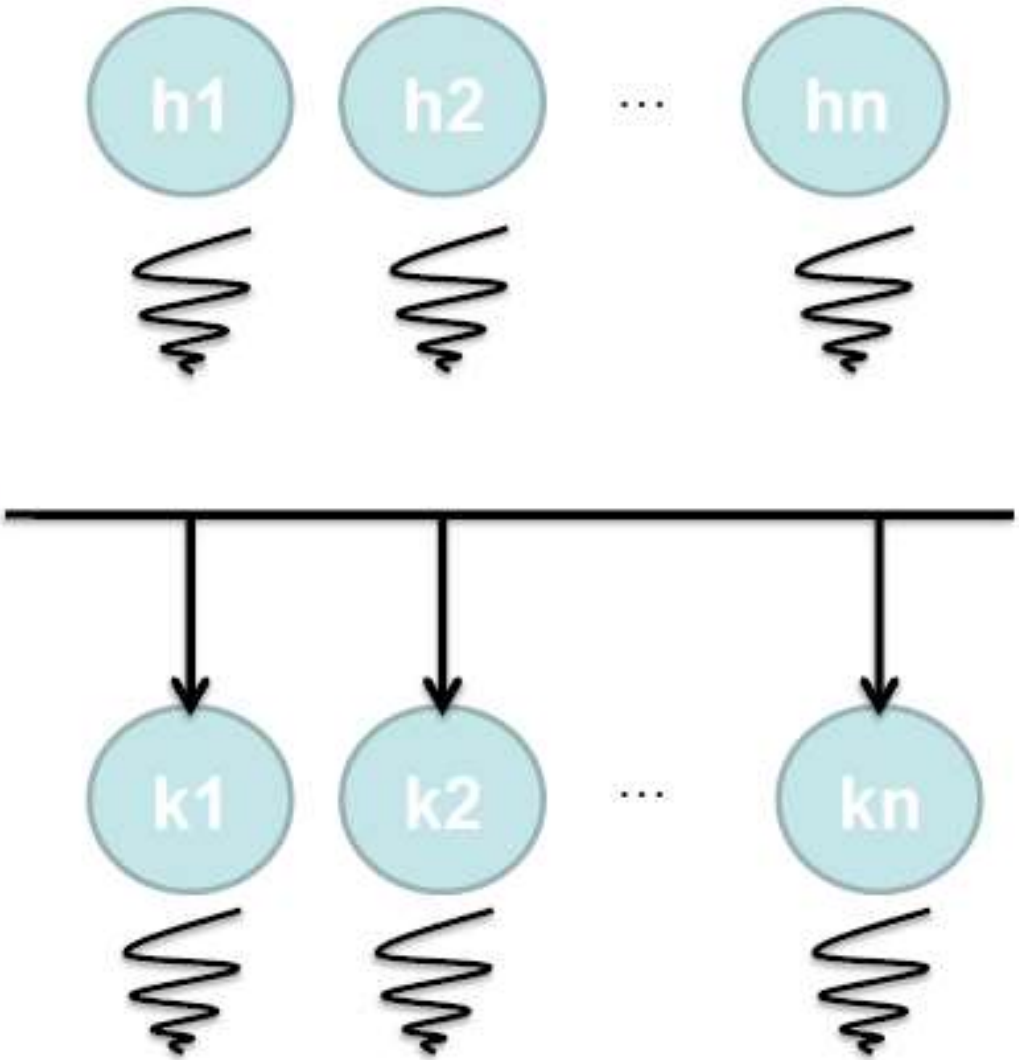
Modelos de múltiples hilos: Muchos a uno

- Hace corresponder múltiples hilos de usuario a un único hilo del núcleo.
- Biblioteca de hilos en espacio de usuario.
- Llamada bloqueante:
  - Se bloquean todos los hilos.
- En multiprocesadores no se pueden ejecutar varios hilos a la vez.



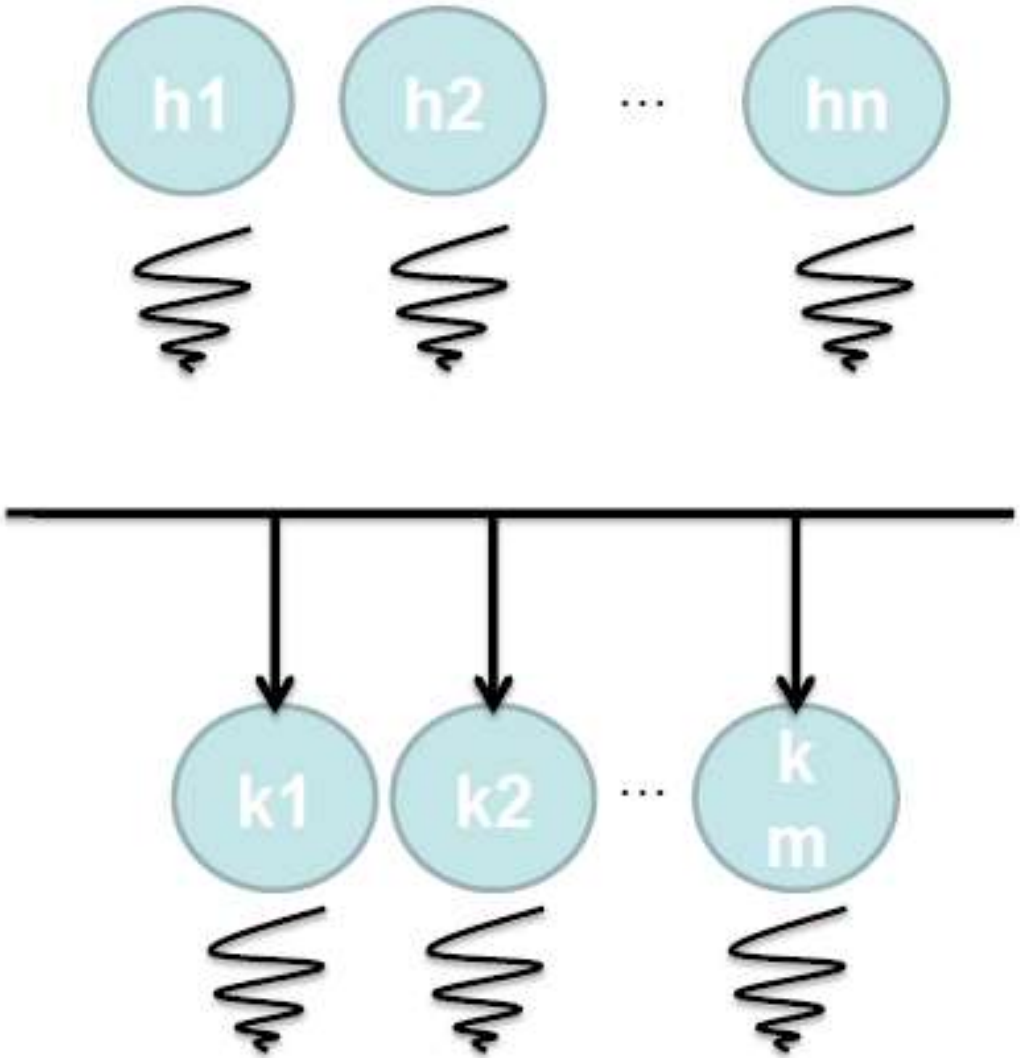
Modelos de múltiples hilos: uno a uno

- Hace corresponder un hilo del kernel a cada hilo de usuario.
- La mayoría de las implementaciones restringen el número de hilos que se pueden crear.
- Ejemplos:
  - Linux 2.6.
  - Windows.
  - Solaris 9.



Modelos de múltiples hilos: Muchos a Muchos

- Este modelo multiplexa los threads de usuario en un número determinado de threads en el kernel.
- El núcleo del sistema operativo se complica mucho.
- Ejemplos:
  - Solaris (versiones anteriores a 9).
  - HP-UX.
  - IRIX.



Llamadas a fork y exec

- En los sistemas tipo UNIX ¿Qué se debe hacer si se llama a fork desde un hilo?
  - Duplicar el proceso con todos sus hilos.
    - Apropiado si no se va a llamar luego a exec para sustituir la imagen del proceso.
  - Duplicar el proceso solo con el hilo que llama a fork.
    - Más eficiente si se va a llamar a exec y se van a cancelar todos los hilos.
- Solución en Linux: Dos versiones de fork.

Cancelación de Hilos

- Situación en la que un hilo notifica a otros que deben terminar.
- Opciones:
  - Cancelación asíncrona: Se fuerza la terminación inmediata del hilo.
    - Problemas con los recursos asignados al hilo.
  - Cancelación diferida: El hilo comprueba periódicamente si debe terminar.
    - Preferible.

Hilos y procesamiento de solicitudes

- Las aplicaciones que reciben peticiones y las procesan pueden usar hilos para el tratamiento.

- Pero:
  - El tiempo de creación/destrucción del hilo supone un retraso (aunque sea menor que el de creación/destrucción de un proceso).
  - No se establece un límite en el número de hilos concurrentes.
  - Si llega una avalancha de peticiones se pueden agotar los recursos del sistema.

Thread Pools o Conjuntos de Hilos

- Se crea un conjunto de hilos que quedan en espera a que lleguen peticiones.

- Ventajas:
  - Se minimiza el retardo: El hilo ya existe.
  - Se mantiene un límite sobre el número de hilos concurrentes.

Creación de Hilos

- `int pthread_create(pthread_t *thread, const pthread_attr_t *attr, void *(*func)(void *), void *arg)`
  - Crea un hilo e inicia su ejecución.
  - **thread**: Se debe pasar la dirección de una variable del tipo **pthread_t** que se usa como manejador del hilo.
  - **attr**: Se debe pasar la dirección de una estructura con los atributos del hilo. Se puede pasar NULL para usar atributos por defecto.
  - **func**: Función con el código de ejecución del hilo.
  - **arg**: Puntero al parámetro del hilo. Solamente se puede pasar un parámetro.
- `pthread_t pthread_self(void)`
  - Devuelve el identificador del thread que ejecuta la llamada.

Espera y Terminación

- `int pthread_join(pthread_t thread, void **value)`
  - El hilo que invoca la función se espera hasta que el hilo cuyo manejador se especifique haya terminado.
  - **thread**: Manejador de del hilo al que hay que esperar.
  - **value**: Valor de terminación del hilo.

- `int pthread_exit(void *value)`
  - Permite a un proceso ligero finalizar su ejecución, indicando el estado de terminación del mismo.
  - El estado de terminación no puede ser un puntero a una variable local.

Ejemplo


```
#include <stdio.h>
#include <pthread.h>

struct sumapar {
  int n, m, r;
};
typedef struct sumapar sumapar_t;

void suma(sumapar_t * par) {
  int i;
  int suma=0;
  for (i=par->n;i<=par->m;i++) {
    suma +=i;
  }
  par->r=suma;
}
```

```
int main() {
  pthread_t th1, th2;
  sumapar_t s1 = {1,50,0};
  sumapar_t s2 = {51,100,0};

  pthread_create(&th1, NULL,
   (void*)suma, (void*)&s1);
  pthread_create(&th2, NULL,
   (void*)suma, (void*)&s2);

  pthread_join(th1, NULL);
  pthread_join(th2, NULL);

  printf("Suma=%d\n",
    s1.r+s2.r);
}
```

Atributos de un Hilo

- Cada hilo tiene asociados un conjunto de atributos.
- Atributos representados por una variable de tipo **pthread_attr_t**.
- Los atributos controlan:
  - Un hilo es independiente o dependiente.
  - El tamaño de la pila privada del hilo.
  - La localización de la pila del hilo.
  - La política de planificación del hilo.

Atributos

- `int pthread_attr_init(pthread_attr_t * attr);`
  - Inicia una estructura de atributos de hilo.
- `int pthread_attr_destroy(pthread_attr_t * attr);`
  - Destruye una estructura de atributos de hilo.
- `int pthread_attr_setstacksize(pthread_attr_t * attr, int stacksize);`
  - Define el tamaño de la pila para un hilo
- `int pthread_attr_getstacksize(pthread_attr_t * attr, int *stacksize);`
  - Permite obtener el tamaño de la pila de un hilo.

Hilos dependientes e hilos independientes

- `int pthread_attr_setdetachstate(pthread_attr_t *attr, int detachstate)`
  - Establece el estado de terminación de un proceso ligero.
  - Si "detachstate" = PTHREAD_CREATE_DETACHED el proceso ligero liberara sus recursos cuando finalice su ejecución.
  - Si "detachstate" = PTHREAD_CREATE_JOINABLE no se liberan los recursos, es necesario utilizar pthread_join().

- `int pthread_attr_getdetachstate(pthread_attr_t *attr, int *detachstate)`
  - Permite conocer el estado de terminación

Ejemplo: Hilos independientes


```
#include <stdio.h>
#include <pthread.h>
#define MAX_THREADS 10
void func(void)  {
  printf("Thread %d \n", pthread_self());
  pthread_exit(0);
}

int main() {
  int j;
  pthread_attr_t attr;
  pthread_t thid[MAX_THREADS];
  pthread_attr_init(&attr);
  pthread_attr_setdetachstate(&attr,PTHREAD_CREATE_DETACHED);
  for(j = 0; j < MAX_THREADS; j ++)
    pthread_create(&thid[j], &attr,  func, NULL);
  sleep(5);
}
```

Entorno de un Proceso

- Mecanismo de paso de información a un proceso.
- Conjunto e pares `<nombre, valor>`.

- Ejemplo

```
PATH=/usr/bin:/home/pepe/bin
TERM=vt100
HOME=/home/pepe
PWD=/home/pepe/libros/primero
TIMEZONE=MET
```

Entorno de un Proceso

- El entorno de un proceso se coloca en la pila del proceso al iniciarlo.

- Acceso:
  - El sistema operativo coloca algunos valores por defecto (p. ej. PATH).
  - Acceso mediante mandatos (set, export).
  - Acceso mediante API de SO (putenv, getenv).

Entorno de un Proceso

- Un proceso recibe como tercer parámetro de main la dirección de la tabla de variables de entorno.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main(int argc, char** argv, char** envp) {
  for (int i=0;envp[i]!=NULL;i++) {
    printf("%s\n",envp[i]);
  }
  return 0;
}
```

Entorno de un Proceso

- `char * getenv(const char * var);`
  - Obtiene el valor de una variable de entorno.
- `int setenv(const char * var, const char * val, int overwrite);`
  - Modifica o añade una variable de entorno.
- `int putenv(const char * par);`
  - Modifica o añade una asignación var=valor

Señales

- Son un mecanismo que permite avisar a un proceso de la ocurrencia de un evento.

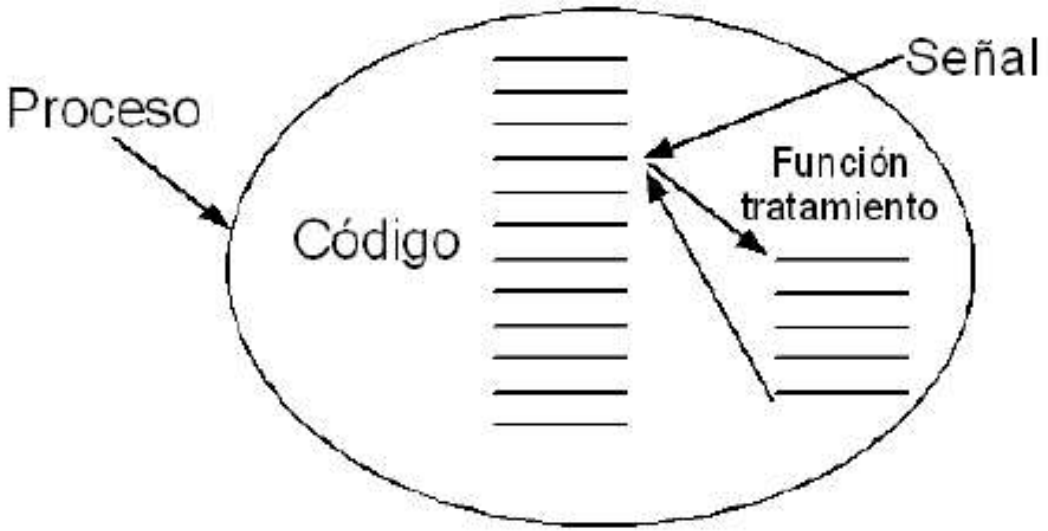
- Ejemplos:
  - Un proceso padre recibe la señal SIGCHLD cuando termina un proceso hijo.
  - Un proceso recibe una señal SIGILL cuando intenta ejecutar una instrucción máquina ilegal.

Son un mecanismo propio de los sistemas UNIX

Señales

- Las señales son interrupciones al proceso

- Envío o generación
  - Proceso- Proceso (dentro del grupo) con el kill
  - SO - Proceso



Objetivos

- Otras señales
  - SIGILL instrucción ilegal
  - SIGALRM vence el temporizador
  - SIGKILL mata al proceso

- Cuando un proceso recibe una señal:
  - Si está en ejecución: Detiene su ejecución en la instrucción máquina actual.
  - Si existe una rutina de tratamiento de la señal: Bifurcación para ejecutar la rutina de tratamiento.
  - Si la rutina de tratamiento no termina el proceso: Retorno al punto en que se recibió la señal.

Servicios POSIX para la gestión de señales

- `int kill(pid_t pid, int sig)`
  - Envía al proceso "pid" la señal "sig".
  - Casos especiales:
    - pid=0 → Señal a todos los procesos con gid igual al gid del proceso.
    - pid < -1 → Señal a todos los proceso con gid igual al valor absolute de pid.

- ```
  int sigaction(int sig,
    struct sigaction *act,
    struct sigaction *oact)
  ```
  - Permite especificar la acción a realizar como tratamiento de la señal "sig"
  - La configuración anterior se puede guardar en "oact".
  ```

Estructura de Sigtation


```
struct sigaction {
  void (*sa_handler)(); /* Manejador */
  sigset_t sa_mask; /* Señales bloqueadas */
  int sa_flags;     /* Opciones */
};
```

- Manejador:
  - SIG_DFL: Acción por defecto (normalmente termina el proceso).
  - SIG_IGN: Ignora la señal.
  - Dirección de una función de tratamiento.
- Máscara de señales a bloquear durante el manejador.
- Opciones normalmente a cero.

Conjunto de Señales

- int sigemptyset(sigset_t * set);
  - Crea un conjunto vacío de señales.
- int sigfillset(sigset_t * set);
  - Crea un conjunto lleno con todas la señales posibles.
- int sigaddset(sigset_t * set, int signo);
  - Añade una señal a un conjunto de señales.
- int sigdelset(sigset_t * set, int signo);
  - Borra una señal de un conjunto de señales.
- int sigismember(sigset_t * set, int signo);
  - Comprueba si una señal pertenece a un conjunto.

Ejemplo

- Ignorar la señal SIGINT
  - Se produce cuando se pulsa la combinación de teclas Ctrl +C

```
struct sigaction act;
act.sa_handler = SIG_IGN;
act.flags = 0;
sigemptyset(&act.sa_mask);
Sigaction(SIGINT, &act, NULL);
```

Servicios POSIX para la gestión de señales

- `int pause(void)`
  - Bloquea al proceso hasta la recepción de una señal.
  - No se puede especificar un plazo para desbloqueo.
  - No permite indicar el tipo de señal que se espera.
  - No desbloquea el proceso ante señales ignoradas.

- int sleep(unsigned int sec)
  - Suspende un proceso hasta que vence un plazo o se recibe una señal.

Temporizadores

- El sistema operativo mantiene un temporizador por proceso (caso UNIX).
  - Se mantiene en el BCP del proceso un contador del tiempo que falta para que venza el temporizador.
  - La rutina del sistema operativo actualiza todos los temporizadores.
  - Si un temporizador llega a cero se ejecuta la función de tratamiento.
- En UNIX el sistema operativo envía una señal SIGALRM al proceso cuando vence su temporizador.

Servicios POSIX para la Temporización

- `int alarm(unsigned int sec)`
  - Establece un temporizador.
  - Si el parámetro es cero, desactiva el temporizador.

Ejemplo: Imprimir un mensaje cada 10 segundos


```
#include <signal.h>
#include <stdio.h>
void tratar_alarma(void) {
  printf("Activada \n");
}

int main()  {
  struct sigaction act;

  /* establece el manejador para SIGALRM */
  act.sa_handler = tratar_alarma;
  act.sa_flags = 0;      /* ninguna acción especifica */
  sigaction(SIGALRM, &act, NULL);

  act.sa_handler = SIG_IGN;                /* ignora SIGINT */
  sigaction(SIGINT, &act, NULL);
  for(;;){       /* recibe SIGALRM cada 10 segundos */
    alarm(10);
    pause();
  }
}
```

Finalización Temporizada


```c
#include <sys/types.h>
#include <signal.h>
#include <stdio.h>

pid_t pid;
void tratar_alarma(void) {
  kill(pid, SIGKILL);
}

main(int argc, char **argv) {
  int status;
  char **argumentos;
  struct sigaction act;
  argumentos = &argv[1];
  pid = fork();
  switch(pid) {
    case -1:    /* error del fork() */
      perror ("fork");
    exit(-1);
    case 0:     /* proceso hijo */
      execvp(argumentos[0], argumentos);
      perror("exec");
      exit(-1);
    default:    /* padre */
      /* establece el manejador */
      act.sa_handler = tratar_alarma;
      act.sa_flags = 0;
      sigaction(SIGALRM, &act, NULL);
      alarm(5);
      wait(&status);
  }
  exit(0);
}
```

Excepciones

- Win32 ofrece una gestión estructurada de excepciones.
- Extensión al lenguaje C para gestión estructurada de excepciones.
  - No es parte de ANSI/ISO C.

```
__try {
  /* Código principal */
}
__except (expr) {
  /* Tratamiento de
  excepción */
}
```

- La expresión de __except debe evaluarse a:

- `EXCEPTION_EXECUTE_HANDLER`
  - Entra en el bloque.
- `EXCEPTION_CONTINUE_SEARCH`
  - Propaga la excepción.
- `EXCEPTION_CONTINUE_EXECUTION`
  - Ignora la excepción.

Código de Excepción

- DWORD GetExceptionCode()
  - No es una llamada al sistema: Macro.
  - Solamente se puede usar dentro de tratamiento de excepciones.
  - Existe una lista larga de valores que puede devolver:
    - `EXCEPTION_ACCESS_VIOLATION`
    - `EXCEPTION_ILLEGAL_INSTRUCTION`
    - `EXCEPTION_PRIV_INSTRUCTION`
    - `...`

Copia de Cadenas Segura


```
LPTSTR CopiaSegura(LPTSTR s1, LPTSTR s2) {
  __try {
    return strcpy(s1,s2);
  }
  __except(GetExceptionCode()==EXCEPTION_ACCESS_VIOLATION?
   EXCEPTION_EXECUTE_HANDLER : EXCEPTION_CONTINUE_SEARCH) {
    return NULL;
  }
}
```

Puntos a Recordar

- Un proceso puede tener varios hilos de ejecución.
- Una aplicación multihilo consume menos recursos que una aplicación multiproceso.
- Cada sistema operativo tiene un modo de soporte de hilos entre ULT y KLT.
- PTHREADS es una biblioteca de hilos de usuario.
- Win32 ofrece hilos en el núcleo con soporte para conjuntos de hilos (*Thread Pools)*.

Puntos a Recordar

- Las variables de entorno permiten pasar información a los procesos.
- Las señales POSIX se pueden ignorar o tratar.
- Los temporizadores tienen distinta resolución de POSIX in Win32.
- El tratamiento estructurado de excepciones permiten tratar situaciones anómalas mediante una extensión del lenguaje C.

Entorno de un proceso en Windows

- `DWORD GetEnvironmentVariable(LPCTSTR lpszName, LPTSTR lpszValue, DWORD valueLenght);`
  - Devuelve el valor de una variable de entorno.
- `BOOL SetEnvironmentVariable(LPCTSTR lpszName, LPTSTR lpszValue);`
  - Modifica o crea una variable de entorno.
- `LPVOID GetEnvironmentStrings();`
  - Obtiene un puntero a la tabla de variables de entorno.

Listado de variables de entorno en Windows


```
#include <windows.h>
#include <stdio.h>

int main() {
  char * lpszVar;
  void * lpvEnv;

  lpvEnv =GetEnvironmentStrings();
  if (lpvEnv == NULL) {
    exit(-1);
  }
  char * p = lpszVar;
  while (p!=NULL) {
    printf("%s\n",p);
    while (p!=NULL) p++;
    p++;
  }

  printf("\n");
  FreeEnvironmentStrings(lpszVar);

  return 0;
}
```

Temporizadores en Windows

- `UINT SetTimer(HWND hWnd, UINT nIDEvent, UINT uElapse, TIMERPROC lpTimerFunc);`
  - Activa un temporizador y ejecuta la funció lpTimerFunc cuando venza el tiempo.
  - La función debe cumplir con:
    - VOID TimerFunc(HWND hWnd, UINT uMsg, UINT idEvent, DWORD dwTime);
- `BOOL KillTimer(HWND hWnd, UINT uIdEvent);`
  - Desactiva un temporizador.
- `VOID Sleep(DWORD dwMilliseconds);`
  - Hace que el hilo actual se su suspenda durante un cierto tiempo.

Temporizadores de un mensaje en Windows


```
#include <windows.h>
#include <stdio.h>

VOID Mensaje(HWND,UINT,UINT,DWORD) {
  printf("Tiempo finalizado");
}

int main() {
  tid = SetTimer(NULL,2,10,Mensaje); /* 2 msec */
  realizar_tarea();
  KillTimer(NULL,tid);
  return 0;
}
```