INTERAZIONE TRA PROCESSI UNIX

L'interazione tra processi può avvenire:

- mediante la condivisione di file dato che questa è una eccezione che UNIX presenta rispetto al modello ad ambiente locale:
  - ⇨ complessità nella realizzazione della sincronizzazione tra i processi (si veda esempio nella slide 24 sui processi)

Se però NON consideriamo la precedente eccezione, dato che i processi UNIX non possono condividere memoria (visto che UNIX si basa sul **modello ad ambiente locale**), l'unica possibilità di interazione è la cooperazione

- attraverso specifici strumenti di *Inter Process Communication*:

  ① **per la comunicazione tra processi**
  sulla stessa macchina:
  - **pipe** (tra processi della stessa gerarchia)
  - **fifo** (qualunque insieme di processi)

  su nodi diversi della stessa rete:
  - **socket**

  ② **per la sincronizzazione tra processi**
  sulla stessa macchina:
  - **segnali**

Gli strumenti di *Inter Process Communication* per la comunicazione tra processi ① hanno come scopo quello di risolvere, in generale, il problema noto in letteratura come **problema produttore-consumatore** …

PROBLEMA PRODUTTORE/I-CONSUMATORE/I

In tantissimi campi applicativi c'è la necessità di affrontare il **problema produttore-consumatore** o più, in generale, il **problema produttori-consumatori**

A livello teorico, il problema si enuncia nel seguente modo: un processo PRODUTTORE (o più processi PRODUTTORI) produce (producono) informazioni (di qualunque tipo) che sono consumate da un processo CONSUMATORE (o più processi CONSUMATORI)

Per consentire l'esecuzione concorrente dei processi PRODUTTORI e CONSUMATORI è necessario che i due 'tipi' di processi possano utilizzare uno **strumento di bufferizzazione** in modo che i PRODUTTORI producono e depositano le informazioni e i CONSUMATORI consumano le informazioni, nel senso che le prelevano e le usano

A livello pratico:
un esempio nella *vita reale*, diversi produttori di cellulari producono, appunto, cellulari e li depositano, ad esempio, in un unico magazzino e i consumatori li possono prelevare (pagandoli, *of course …*) e li usano!

In ambito informatico gli esempi sono innumerevoli; qui, se ne riportano solo 2:

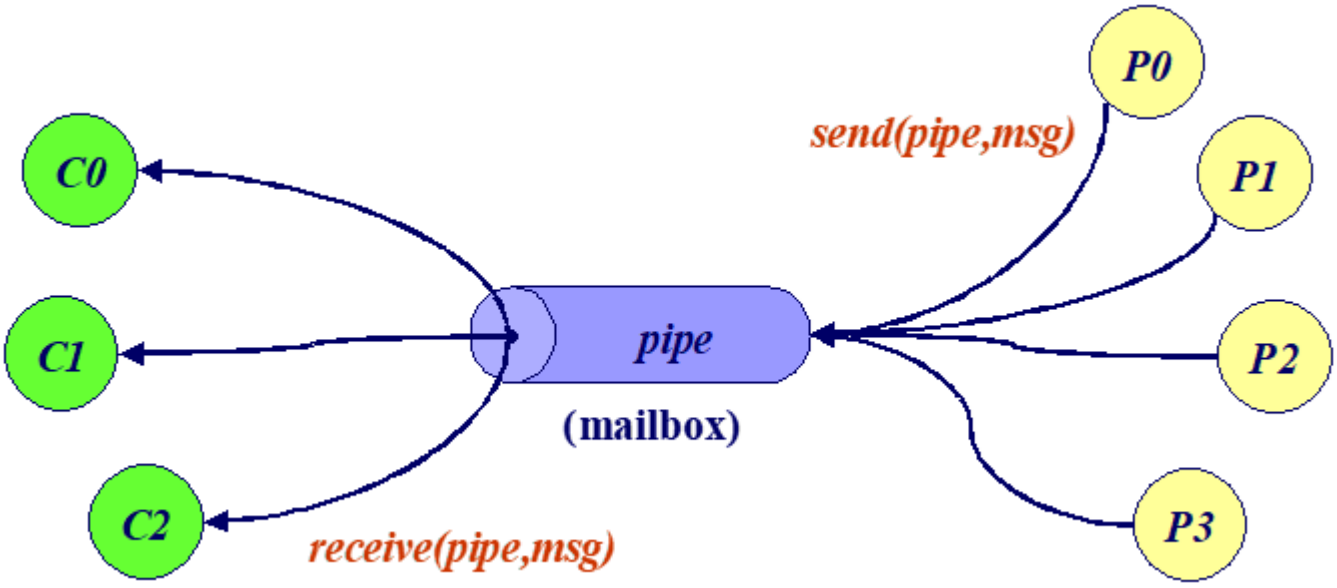
1) Un processo che deve stampare su una stampante produce un insieme di caratteri che deposita in un buffer di spooling da cui vengono prelevati dal processo che gestisce la stampante che quindi li stampa;
2) Piping dei comandi in UNIX ad esempio `ls | grep "stringa"` ➔ il processo produttore che esegue `ls` produce i dati che deposita sullo standard output che però è agganciato allo standard input del processo che esegue il `grep` e che quindi li estrae e li consuma!

COMUNICAZIONE TRAMITE PIPE

Mediante una pipe, la comunicazione tra processi è **indiretta** ➔ ***mailbox***

Una pipe è un canale di comunicazione tra processi:

- ***unidirezionale***:
  i dati possono fluire in un solo verso
- **capacità limitata** (rappresenta lo strumento di bufferizzazione):
  la **pipe** è in grado di gestire l'**accodamento** di un numero limitato di messaggi, gestiti in modo FIFO: il limite è stabilito dalla **dimensione** della pipe
- **molti-a-molti:**
  - più processi possono spedire messaggi attraverso la stessa pipe ➔ produttori
  - più processi possono ricevere messaggi attraverso la stessa pipe ➔ consumatori



NOTA BENE: a seconda della specifica del problema:

- i processi Pi possono essere denominati anche **client**, o genericamente mittenti (o sender)
- i processi Cj possono essere denominati anche **server**, o genericamente destinatari (o receiver)

CREAZIONE DI UNA PIPE

PIPE: retval = **pipe** (piped);
int piped[2];
int retval;

retval vale 0 in caso di *successo*, altrimenti un valore negativo

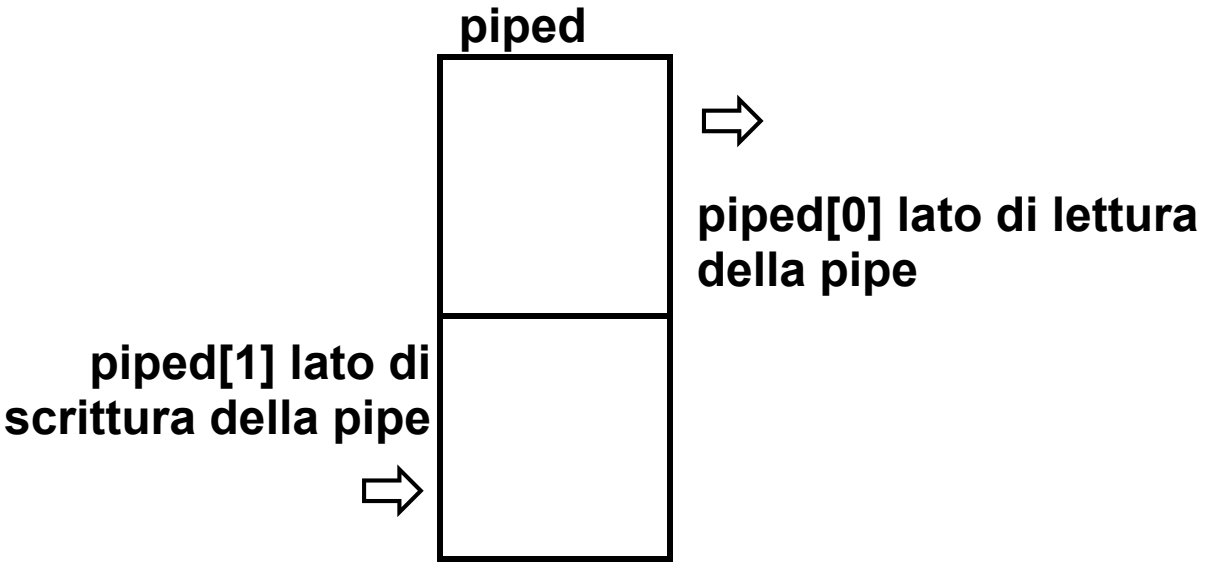
In caso di ***successo***

⇨ vengono allocati **DUE** nuovi elementi nella Tabella dei File Aperti del processo e i rispettivi file descriptor vengono memorizzati in piped[0] e piped[1]

Quindi, dopo la creazione, comunicare tramite una PIPE avviene con le stesse primitive che si devono usare per operare su un FILE

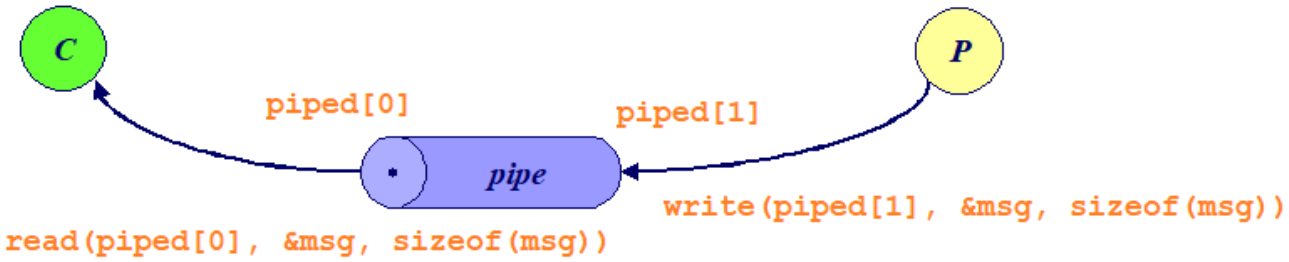
Infatti, piped[0] e piped[1] reppresentano ***RISPETTIVAMENTE***, il lato di lettura e quello di scrittura sulla pipe

➔ si usano le stesse primitive di lettura e scrittura dei file (READ e WRITE) per operare sui lati della PIPE, così come si può usare la primitiva CLOSE per chiudere i lati della PIPE



OMOGENEITÀ CON I FILE

Quindi, ogni lato di accesso alla pipe è visto dal processo in modo **omogeneo** ad un file (file descriptor):



DIFFERENZE:

a) ai **file descriptor** di una pipe non corrispondono alcun nome nel file system
   ⇨ la PIPE è una struttura che ***non permane*** alla TERMINAZIONE dei processi

b) la **dimensione** di una PIPE è fissa
   ⇨ ad una PIPE è associato un buffer (p.e. di 4 kbytes)

c) la PIPE usa una **gestione FIFO**
   ⇨ i primi dati scritti in una PIPE sono i primi a essere letti

Nella **pipe** è insito un meccanismo di sincronizzazione tipo **produttore/consumatore**, per cui:

- un processo (*consumatore*) che legge (*estrae*) da pipe (piped[0]) **si blocca** se la pipe è vuota, e rimane in attesa che arrivino dei dati
- un processo (*produttore*) che scrive (*inserisce*) su una pipe (piped[1]) **si blocca** se la pipe è piena, in attesa che si liberi dello spazio

ESEMPIO CHE CONSENTE DI DETERMINARE LA LUNGHEZZA DI UNA PIPE:

```
#include <stdio.h>
…
int count;

main()
{  int piped[2];   char c = 'x';

if (pipe(piped) < 0) { printf("Errore\n"); exit(1); }

for (count = 0;;)        /* ciclo infinito */
 {
  write(piped[1], &c, 1);  /* scrittura sulla pipe */

  if ((++count % 1024) == 0)
      printf("%d caratteri nella pipe\n", count);
 }
}
```

OSSERVAZIONE: Dobbiamo abortire l'esecuzione di questo codice!

Esempio di lunghezza di una pipe su:
LINUX (in particolare macchina virtuale lx04)

➔ **65536** (64 KByte)

N.B. Lo verificheremo con esattezza solo in seguito!

QUALI PROCESSI POSSONO COMUNICARE MEDIANTE PIPE?

Per mittenti (sender, client, produttori, ...) e destinatari (receiver, server, consumatori, ...) l'accesso al canale di comunicazione avviene tramite un file descriptor che rappresenta rispettivamente il lato di scrittura o di lettura di una pipe

⇨ Quindi, soltanto i processi appartenenti a una stessa gerarchia (cioè, che hanno un *antenato* in comune) possono scambiarsi messaggi mediante pipe

Le possibilità di comunicazione sono ad esempio:

- tra un processo padre e processi figli;
- tra processi fratelli (che ereditano la pipe dal processo padre)
- tra *nonno* e *nipoti*
- etc.

Caso di un processo padre e di un processo figlio che vogliono comunicare (il verso è ininfluente):

```
main()
{int pid, piped[2];
 char msg[]="ciao";
 pipe(piped); /* CREAZIONE PIPE: due elementi in più nella
TFA del processo PADRE */
 if ((pid=fork())==0) /* CREAZIONE FIGLIO */
   {/* figlio: eredita per COPIA la TFA del PADRE oltre alla
   COPIA dell'array pd */
   write(piped[1], msg, 4); /* figlio scrive sulla pipe */
   ...
   exit(0);}
 /* padre: legge dalla pipe*/
 read(piped[0], msg, 4);
...}
```

ESEMPIO: comunicazione fra padre e figlio

Si consideri un primo esempio semplice di comunicazione: il processo padre (che si comporterà come un consumatore/receiver nei confronti di una pipe) e un processo figlio (che si comporterà come un produttore/sender nei confronti della pipe) si devono scambiare un certo numero (NON NOTO A PRIORI) di stringhe C (cioè null-terminated) di lunghezza 4 caratteri (5 con il terminatore di stringa); in particolare, il figlio legge le stringhe da un file (il cui nome è passato come parametro), le invia al padre, che le deve riportare su standard output

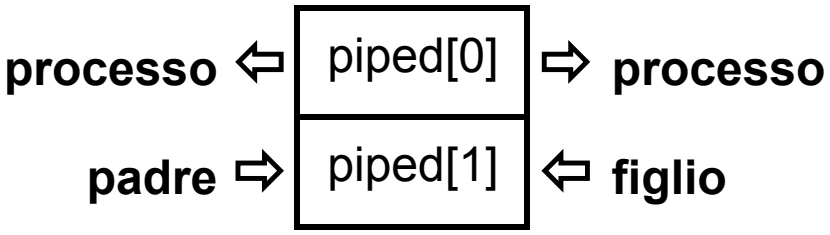
Vediamo quali sono i passi che si devono pianificare perché la comunicazione possa avere luogo:

1) **Primo passo fondamentale** è che il padre, PRIMA DI CREARE UN FIGLIO, deve creare una pipe (con la primitiva **pipe**); quindi nella TFA del padre ci saranno due descrittori che serviranno, uno, come lato di lettura della pipe, e l'altro, come lato di scrittura della pipe ➔ questi due descrittori nell'esempio sono salvati nell'array *piped*!
2) Il padre quindi deve creare un FIGLIO (con la primitiva **fork()**) che si troverà nella sua area kernel una copia della TFA del padre
3) La specifica del nostro esempio stabilisce il verso (***unidirezionale***) che deve avere la pipe ➔ dal figlio al padre, cioè il figlio deve scrivere e il padre deve leggere; per stabilire questo verso il figlio DEVE chiudere il lato di lettura, che non usa (con la primitiva **close()**) e il padre DEVE chiudere il lato di scrittura, che non usa) ➔ si veda slide seguente!

ATTENZIONE: rispettare la parte di specifica che stabilisce il PROTOCOLLO DI COMUNICAZIONE

OSSERVAZIONE:

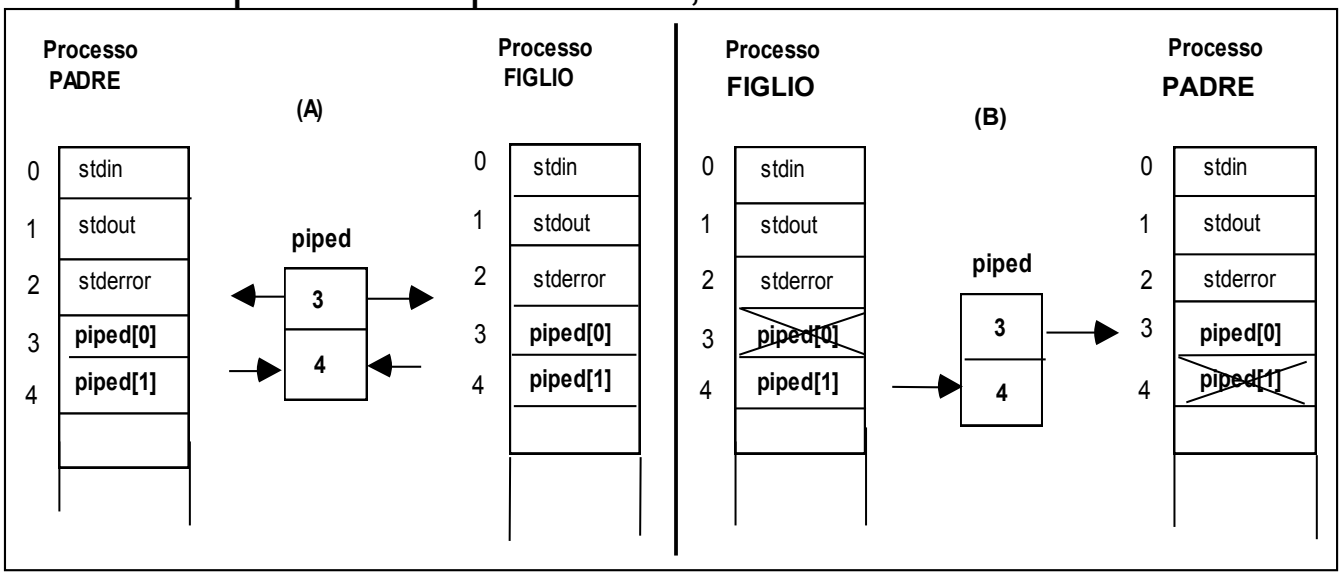
DUE PROCESSI CHE CONDIVIDONO UNA PIPE POTREBBERO ***ENTRAMBI*** SCRIVERE O LEGGERE SULLA/DALLA PIPE



IMPORTANTE X DETERMINARE IL VERSO:

OGNI PROCESSO CHIUDE UN LATO DELLA PIPE E USA SOLO L'ALTRO

La pipe è creata dal processo padre
i file descriptor sono i primi liberi, il 3 e 4



Il processo figlio eredita per copia la TFA del padre e quindi i file descriptor del padre (A)
Il padre chiude la parte di scrittura della pipe (effetto SOLO su TFA del padre) ed il figlio chiude la parte di lettura (effetto SOLO su TFA del figlio) (B)

⇨ si chiudono tutti i file descriptor non necessari

(segue OSSERVAZIONE)

Vediamo di illustrare che informazioni mantiene il S.O. (in particolare il KERNEL di UNIX) relativamente ad una pipe:

1) Chiaramente, il kernel mantiene una zona di memoria (della lunghezza vista precedentemente) che viene gestita in modalità FIFO, cioè i primi dati che vengono scritti sono anche i primi che vengono letti (e quindi estratti) dalla pipe
2) Inoltre il kernel mantiene una tabella che riporta i PID dei processi che possono operare su una pipe, sia come lettori che come scrittori; questa tabella, chiaramente, si crea contestualmente alla pipe e si modifica in seguito ad una fork, a delle close e alla morte dei processi!

Facciamo un esempio di questa tabella per la pipe creata dal padre dell'esempio:

a) Dopo la creazione della pipe, la situazione è questa

PID	***Lettore***	***Scrittore***
Pid-padre	Yes	Yes

b) Dopo la creazione del figlio, la situazione è questa

PID	***Lettore***	***Scrittore***
Pid-padre	Yes	Yes
Pid-figlio	Yes	Yes

c) Dopo le chiusure operate sia dal padre che dal figlio, la situazione è questa

PID	***Lettore***	***Scrittore***
Pid-padre	Yes	No
Pid-figlio	No	Yes

Quando il figlio termina, la tabella associata alla pipe diventa:

PID	***Lettore***	***Scrittore***
Pid-padre	Yes	No

quindi la pipe non risulterà più avere scrittori e quindi il ciclo di lettura del padre avrà termine e quindi potrà poi terminare anche il padre!

PROBLEMA: PIPE SENZA SCRITTORE

Vediamo che cosa succede ad un processo CONSUMATORE/RECEIVER se **MUORE** il PRODUTTORE/SENDER (cioè secondo la terminologia della pipe lo SCRITTORE) prima dell'invio di tutti i messaggi che avrebbero dovuto mandare

NOTA BENE: come caso limite, facciamo terminare il processo figlio (che nel nostro esempio è lo scrittore!) senza mandare alcun messaggio, ma il discorso vale anche se lo scrittore morisse dopo aver mandato qualche messaggio!

```
#include <stdio.h>
…
int main (int argc, char **argv)
{   …
if (pid == 0)
{
   /* figlio */
   int fd;
   close (piped [0]);   /* figlio CHIUDE il lato lettura */
   …
   printf("Figlio %d sta per iniziare a scrivere …);
   /* IL FIGLIO TERMINA ===> PIPE SENZA SCRITTORE */
   exit (0);
}
/* padre */
close (piped [1]); /* padre CHIUDE lato scrittura */
…
while (read ( piped[0], inpbuf, MSGSIZE))
{ … }
if (j != 0) …
else { puts("NON C'E' SCRITTORE"); exit(4); }
… }
```

PID	*Lettore*	*Scrittore*
Pid-padre	Yes	No
~~Pid-figlio~~	~~No~~	~~Yes~~

⇨ la **read** ritorna **0** se non ci sono dati e non ci sono processi scrittori, per non BLOCCARE INDEFINITAMENTE il processo lettore (nel nostro caso il processo padre!)

➔ NOTA BENE: è quello che succede anche in condizioni normali!

PROBLEMA: PIPE SENZA LETTORE

Vediamo il problema complementare e cioè che cosa succede ad un processo PRODUTTORE/SENDER se **MUORE** il CONSUMATORE/RECEIVER (cioè secondo la terminologia della pipe il LETTORE) prima della ricezione di tutti i messaggi che avrebbero dovuto essere mandati

NOTA BENE: come caso limite, facciamo terminare il processo padre (che nel nostro esempio è il lettore!) senza leggere alcun messaggio, ma vale anche se il lettore morisse dopo aver letto qualche messaggio!

```
#include <stdio.h>
…
int main (int argc, char **argv)
{   …
if (pid == 0)
{  /* figlio */
   int fd;
   close (piped [0]);   /* figlio CHIUDE il lato lettura */
   …
   printf("Figlio %d sta per iniziare a scrivere …);
   while (read(fd, mess, MSGSIZE))
       { mess[MSGSIZE-1]='\0';
        write (piped[1], mess, MSGSIZE); j++;  }
        printf("Figlio scritto %d messaggi sulla pipe\n",j);
        exit (0);
}
/* padre */
close (piped [1]); /* padre CHIUDE lato scrittura */
printf("Padre %d sta per iniziare a leggere …);
/* il padre termina ===> PIPE SENZA PIU'LETTORE */
exit (0);

}
```

PID	*Lettore*	*Scrittore*
~~Pid-padre~~	~~Yes~~	~~No~~
Pid-figlio	No	Yes

⇨ il sistema spedisce il segnale **SIGPIPE** al processo scrittore per avvisarlo che non ci sono più processi lettori: questo segnale, *di default*, provoca la terminazione del processo

➔ **N.B.** questo evita che la pipe si saturi e che quindi il processo scrittore si blocchi indefinitamente

PIPING DI COMANDI

Si consideri ora come il sistema UNIX potrebbe gestire il **piping** di due comandi da SHELL

Si noti l'uso della primitiva **dup** ===> un nuovo file descriptor viene associato allo stesso file cui fa riferimento il file descriptor fornito come parametro

PRIMITIVA DUP

Per duplicare un elemento della tabella dei file aperti di processo:

DUP: retval = **dup**(fd);
int fd, è il file descriptor da duplicare
int retval;

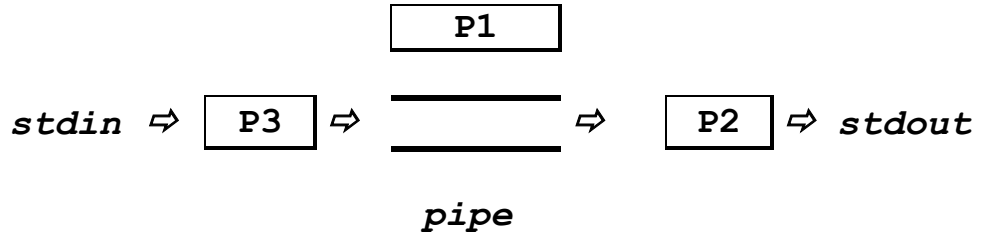
L'effetto di una **dup** è copiare l'elemento di indice fd della Tabella dei File Aperti del processo nella prima posizione libera (quella con l'indice minimo tra quelle disponibili)

Restituisce il nuovo file descriptor (del file aperto copiato) cioè il nuovo indice, oppure -1.

La primitiva dup può essere usata in generale per duplicare qualunque file descriptor: in particolare, viene usata per duplicare i file descriptor di una pipe e realizzare il piping di comandi

ESEMPIO: Piping di comandi (si riporta un codice semplificato)

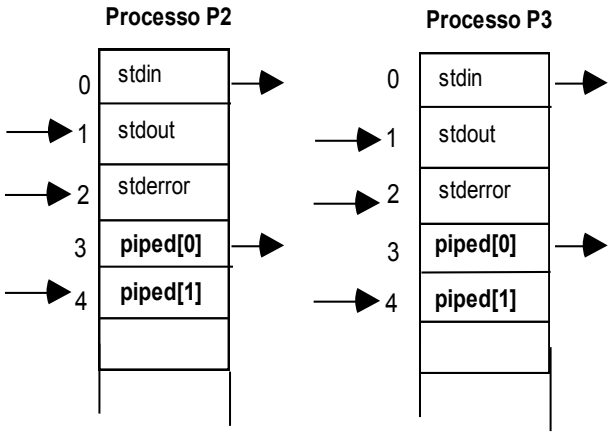
```
#include <stdio.h>
…
int join (char *com1[], char *com2[])
{ int status;
int pid;
int piped[2];
/* processo P1: simulazione del processo shell */
/* creazione del figlio per eseguire il comando in pipe */
switch ( fork ()) {
case -1:  /* errore */   return (1);
case 0:   /* figlio ===> processo P2 */ break;
default:  /* padre P1: attende il figlio */
          wait (&status); return (status); }

/* il figlio P2 tratta il comando intero: crea la pipe */
if (pipe (piped) < 0 ) { exit(-1); }
/* CREAZIONE di un nuovo FIGLIO: processo P3 */
if ((pid = fork()) < 0) {  exit(-1); }
else
```



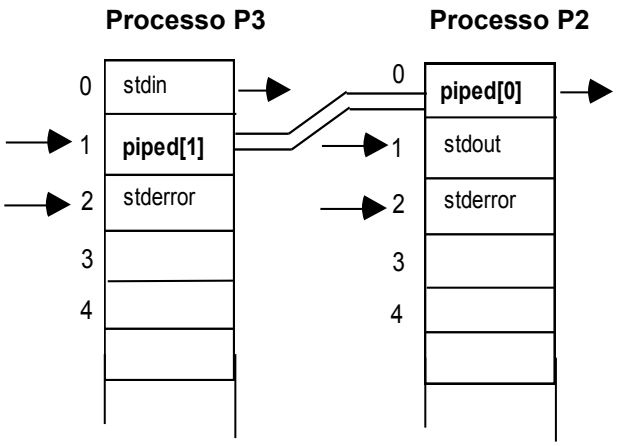

```
if (pid == 0) /* processo P3: figlio del figlio P2 */
{  close(1); /* lo std output va messo sulla pipe */
   dup(piped[1]);
   close(piped [0]); close(piped [1]); /* NON servono più */
   execvp(com1[0], com1);
   exit(-1); /* errore in caso si ritorni qui */
}
else /* processo P2 (padre di P3) */
{  close (0); /* std input va preso dalla pipe */
   dup(piped[0]);
   close(piped [0]); close(piped [1]); /* NON servono più */
   execvp(com2[0], com2);
   exit(-1); /* errore in caso si ritorni qui */
}}
```

```
main (int argc,char ** argv)
{ int integi, j, i;
  char *temp1 [10], *temp2 [10];
/*  si devono fornire nella linea comandi due comandi
   distinti, separati dal carattere ! (punto esclamativo).
   Non si usa direttamente il |, perche' questo viene
   direttamente interpretato dallo shell come una pipe */
if (argc > 3) /* ci devono essere almeno 3 stringhe */
  {  for (i=1; i < argc && strcmp (argv[i], "!"); i++)
        temp1[i-1] = argv[i];
     temp1[i-1] = (char *)0; i++;
     for ( j = 1; i < argc ; i++ , j++)
        temp2[j-1] = argv[i];
     temp2[j-1] = (char *)0; /* terminatore */
  }
else { printf("Errore nel numero parametri"); exit(3); }
integi = join(temp1, temp2);
exit(integi);
}
```

PRIMA DI DUP E CLOSE



DOPO DUP E CLOSE



ESEMPIO CHE CONSENTE DI DETERMINARE LA LUNGHEZZA DI UNA PIPE (uso di alarm ⇨ segnali):

```
#include <stdio.h>
…
#include <signal.h>

int count;
void alrm_action()
{ printf ("write bloccata dopo %d caratteri\n",
  count);
  exit(0);
}

main()
{ int p[2]; char c = 'x';

if (pipe(p) < 0) { printf("Errore\n"); exit(1); }

signal(SIGALRM, alrm_action);

for (count = 0;;)
 { alarm(20);  /* settiamo l'allarme */
   write(p[1], &c, 1); /* scrittura sulla pipe */
   alarm(0);   /* resettiamo l'allarme */
   if ((++count % 1024) == 0)
      printf ("%d caratteri nella pipe\n", count);
 }
}
```

OSSERVAZIONE: NON dobbiamo abortire l'esecuzione di questo codice!

Esempio di lunghezza di una pipe su:
LINUX (in particolare macchina virtuale lx04)

➔ **65536** (64 KByte)

PROBLEMA: PIPE SENZA LETTORE (bis)

Vediamo lo stesso problema di prima, ma dove lo scrittore (nel nostro caso, il figlio), cattura il segnale SIGPIPE e quindi termina in modo normale.

```
#include <stdio.h>
…
int flag = FALSE;

void Azione(int sig)
{   printf("Arrivato segnale # %d\n", sig);
    flag = TRUE;
}

int main (int argc, char **argv)
{   …
if (pid == 0)
{  /* figlio */
   int fd;
   signal(SIGPIPE, Azione); /* si aggancia Azione per trattare il
   segnale SIGPIPE */
   close (piped [0]);   /* figlio CHIUDE il lato lettura */
   …
   printf("Figlio %d sta per iniziare a scrivere …);
   while (read(fd, mess, MSGSIZE))
        { mess[MSGSIZE-1]='\0';
        write (piped[1], mess, MSGSIZE); j++;  }
        printf("Figlio scritto %d messaggi sulla pipe\n",j);
        exit (0);
}
/* padre */
close (piped [1]); /* padre CHIUDE lato scrittura */
printf("Padre %d sta per iniziare a leggere …);
/* il padre termina ===> PIPE SENZA PIU'LETTORE */
exit (0);

}
```

PID	*Lettore*	*Scrittore*
~~Pid-padre~~	~~Yes~~	~~No~~
Pid-figlio	No	Yes

⇨ il sistema spedisce il segnale **SIGPIPE** al processo scrittore per avvisarlo che non ci sono più processi lettori: alla ricezione del segnale non si esegue l'azione di default (la terminazione anormale) ma il segnale viene catturato e gestito in modo opportuno dalla funzione Azione() che scrive su std output una frase di commento e poi fa terminare il processo in modo normale (con una exit)!

PIPE CON NOME ===> FIFO

Le pipe hanno due **SVANTAGGI**:

1) consentono la COMUNICAZIONE ***SOLO*** fra processi in relazione di parentela;
2) **non** sono PERSISTENTI

Non risulta possibile tramite le pipe, progettare un processo **GESTORE** di una risorsa che deve poter ricevere messaggi di richiesta da un qualunque processo nel sistema

SOLUZIONE: PIPE CON NOME dette anche FIFO

Una FIFO si comporta come una PIPE cioè:

rappresenta un canale UNIDIREZIONALE di tipo first-in first-out (si usano SEMPRE le operazioni **read** e **write**)

ma, con queste ***differenze***:

1) possiede un nome UNIX ⇨ permane nel sistema
   ha un proprietario, un insieme di diritti ed una lunghezza
2) deve essere creata con una primitiva diversa dalla *pipe()*
   retval = **mknod**(path, mode);
   int retval, mode;
   char *path;

NOTA:
Serve anche per creare i direttori e i file speciali (dispositivi)
⇨ dopo si deve usare la open

ESEMPIO:

un programma RECFIFO.c rappresenta il SERVITORE
un altro programma SENDFIFO.c rappresenta i clienti

```
/* file RECFIFO.c */
#include <fcntl.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#define MSGSIZ 60

main()
{ int fd; char msgbuf[MSGSIZ+1];

/* Apertura FIFO */
if ((fd = open ("fifo", O_RDWR)) < 0)
  { printf("Errore in open\n"); exit(1); }

/* Ricezione messaggi */
for (;;) /* processo ciclico */
 {if (read(fd, msgbuf, MSGSIZ+1) < 0)
   { printf("Errore in lettura\n"); exit(2); }

  printf("Messaggio ricevuto: %s\n", msgbuf);
 }
}
```

NOTA:
La FIFO viene aperta in lettura e scrittura nel SERVITORE. Infatti se fosse stata aperta solo in lettura, quando i processi clienti terminano, la *read* ritornerebbe 0 poichè non esisterebbe il processo scrittore e si avrebbe un inutile loop nel SERVITORE. In questo caso, invece, la read risulta bloccante poichè lo stesso servitore viene riconosciuto come scrittore.

ESEMPIO (segue)

```
/* file SENDFIFO.c */
#include <fcntl.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#define MSGSIZ 60

main(int argc, char **argv)
{ int fd, i, nwrite; char msgbuf[MSGSIZ+1];

if (argc < 2) {  printf ("Errore nel numero parametri\n");
                 exit(1); }

/* Apertura FIFO */
if ((fd = open ("fifo", O_WRONLY | O_NDELAY)) < 0)
   { printf("Errore in open\n"); exit(2); }

/* Spedizione messaggi */
for (i = 1 ; i < argc; i++)
 { if (strlen(argv[i]) > MSGSIZ)
   { printf("Errore messaggio troppo lungo\n"); continue; }
   strcpy(msgbuf, argv[i]);
   if ((nwrite = write(fd, msgbuf, MSGSIZ+1)) <= 0)
   { printf("Errore in scrittura\n"); exit(3); }
 }
exit(0);
}
```

NOTA:
La FIFO viene aperta in scrittura usando il flag O_NDELAY per non bloccare il processo se non esiste un processo che abbia aperto la stessa FIFO in lettura (cioè il corrispondente SERVITORE) ⇨ torna -1

Esempi di uso:

```
$ mknod fifo p
$ RECFIFO&
PID = ...
$ SENDFIFO "messaggio numero 1" "messaggio numero 2"
Messaggio ricevuto: messaggio numero 1
Messaggio ricevuto: messaggio numero 2
$ SENDFIFO "messaggio numero 3"
Messaggio ricevuto: messaggio numero 3
```

ALTERNATIVA PER LA CREAZIONE DELLA FIFO
⇨ DA PROGRAMMA

```
/* file CREAFIFO.c */
main()
{
if (mknod("fifo", 010600) < 0)
  printf("Errore\n");
}
```