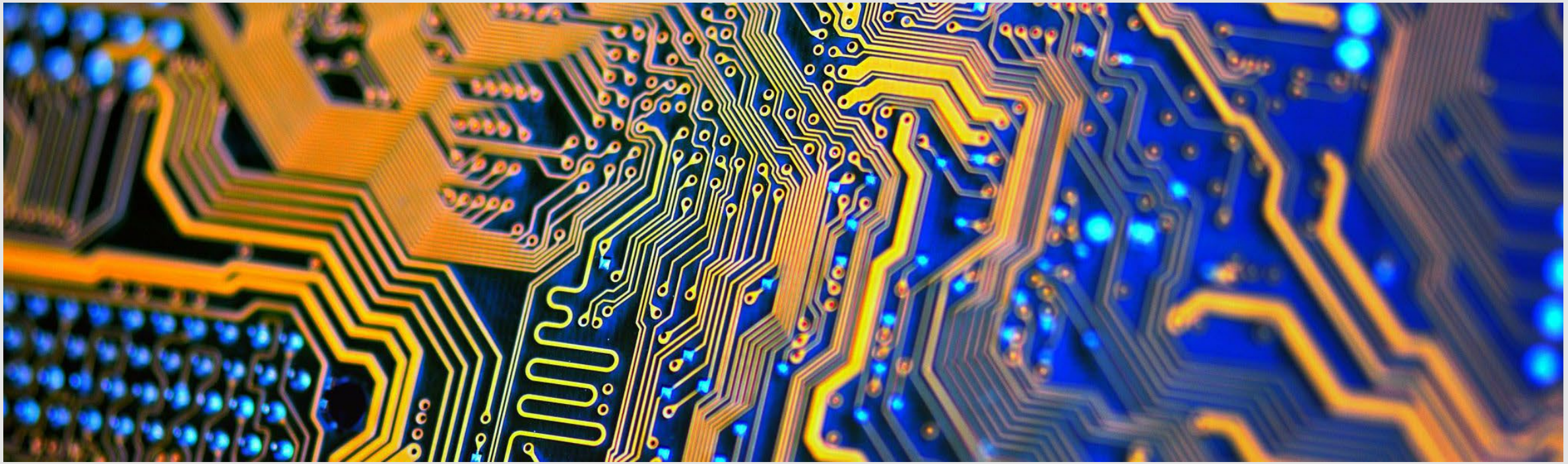
PROGRAMMAZIONE DI SISTEMA
A.A. 2022/2023

S318904 MARCELLO VITAGGIO
S317264 FABRIZIO VITALE

PINTOS – GESTIONE DELLA MEMORIA



PINTOS – SPAZIO DI INDIRIZZAMENTO

Fisico	Contenuto	Logico
00000000--000003ff	CPU	c0000000--800003ff
00000400--000005ff	BIOS	c0000400--800005ff
00000600--00007bff	Allign	c0000600--80007bff
00007c00--00007dff	Pintos	c0007c00--80007dff
0000e000--0000efff	Pintos	c000e000--8000efff
0000f000--0000ffff	Pintos	c000f000--8000ffff
00010000-00020000	Pintos	c0010000--80020000
00020000--0009ffff	Pintos	c0020000--8009ffff
000a0000--000bffff	Video	c00a0000--800bffff
000c0000--000effff	Hardware	c00c0000--800effff
000f0000--000fffff	BIOS	c00f0000--800fffff
00100000—03ff ffff	Pintos	c0100000—c3ff ffff

- Lo spazio di indirizzamento e ben delineato tra spazio user e spazio kernel da PHYS_BASE= 0xc0000000
- Sopra PHYS_BASE l'address space (1GB) appartiene al kernel ed è mappato 1 a 1 con la memoria fisica, in altre parole, il kernel accede al primo indirizzo fisico 0x0 all'indirizzo logico PHYS_BASE.
- Lo spazio al di sotto di PHYS_BASE (3GB) è completamente mappabile dai processi utente

PINTOS - ALLOCAZIONE DI MEMORIA

- PintOS offre due metodi per l'allocazione di memoria, uno lavora con quantità di memoria rispetto a unità di pagine di memoria, mentre l'altro può allocare quantità di memoria di dimensione arbitraria, rispettivamente dichiarati come PAGE ALLOCATOR e BLOCK ALLOCATOR.

PINTOS - PAGE ALLOCATOR

- File: threads/palloc.c
- Viene utilizzato per allocare la memoria una pagina alla volta, ma può anche allocare più pagine contigue contemporaneamente.
- L'allocatore divide la memoria allocata (da 0x100000 fino a RAM_SIZE) in due pool, chiamati pool kernel e pool utente.
- Nella versione base di PINTOS, ogni allocazione viene effettuata dal pool del kernel.
- Per il tracking dello stato pagine, vengono utilizzate due bitmap, una per ciascun pool.

palloc_init():

```
  uint8_t *free_start = ptov (1024 * 1024);
  uint8_t *free_end = ptov (init_ram_pages * PGSIZE);
  size_t free_pages = (free_end - free_start) / PGSIZE;
  size_t user_pages = free_pages / 2;
  size_t kernel_pages;
  if (user_pages > user_page_limit)
    user_pages = user_page_limit;
  kernel_pages = free_pages - user_pages;

  /* Give half of memory to kernel, half to user. */
  init_pool (&kernel_pool, free_start, kernel_pages, "kernel pool");
  init_pool (&user_pool, free_start + kernel_pages * PGSIZE,
             user_pages, "user pool");
}
```

PINTOS – PAGE ALLOCATOR – METODI COINVOLTI

- void ***palloc_get_page*** (enum palloc_flags *flags*)
- void ***palloc_get_multiple*** (enum palloc_flags *flags*, size_t *page_cnt*)

Ottengono e restituiscono rispettivamente una pagina o un numero di pagine contigue. Restituisce un puntatore nullo se le pagine non possono essere allocate.

L'argomento flag può essere una qualsiasi combinazione dei seguenti flag:
PAL_ASSERT, PAL_ZERO, PAL_USER

Rispettivamente utilizzati per:

- Generare un panic del kernel nel caso non sia stato possibilire allocare le pagine volute (utilizzato solo durante la fase di inizializzazione del kernel).
- Azzerare il contenuto delle pagine prima di restituire le pagine
- Ottenere le pagine dallo user pool.

PINTOS – PAGE ALLOCATOR – METODI COINVOLTI

- void **palloc_free_page** (void **page*)
- void **palloc_free_multiple** (void **pages*, size_t *page_cnt*)

Liberano una pagina o un un numero pari a *page_cnt* di pagine consecutive a partire da **pages*.

Vengono automaticamente chiamati al termine di un processo (stato exiting/dying).

Possono essere chiamati dallo stato di interruzione di un processo.

Vincolo: la zona di memoria da liberare deve essere stata originariamente ottenuta utilizzando uno dei due metodi del page allocator precedentemente descritti.

PINTOS – PAGE ALLOCATOR – METODI COINVOLTI

- File: bitmap.c
- size_t **bitmap_scan** (const struct bitmap *, size_t start, size_t cnt, bool);
- Policy: first fit

```
bitmap_scan (const struct bitmap *b, size_t start, size_t cnt, bool value)
{
  ASSERT (b != NULL);
  ASSERT (start <= b->bit_cnt);

  if (cnt <= b->bit_cnt)
    {
      size_t last = b->bit_cnt - cnt;
      size_t i;
      for (i = start; i <= last; i++)
        if (!bitmap_contains (b, i, cnt, !value))
          return i;
    }
  return BITMAP_ERROR;
}
```

PINTOS - BLOCK ALLOCATOR

- File: threads/malloc.c
- Si sovrappone all'allocatore di pagine descritto nella sezione precedente.
- Può essere utilizzato solo per allocazioni del kernel
- Prevede due diverse strategie di allocazione a seconda della dimensione del blocco (< o > di 1 KB)
- La sintassi di quest

PINTOS - BLOCK ALLOCATOR - STRUTTURE

- Arena: rappresenta una zona di memoria contigua in cui vengono allocati i blocchi di una dimensione data dal corrispondente descriptor.
- Descriptor: mantiene le informazioni essenziali sulla natura dei blocchi e sull'arena
- Il block allocator define 2 particolari strutture per gestire i blocchi di varia dimensione:

```
struct arena
  {
    unsigned magic;
    struct desc *desc;
    size_t free_cnt;
  };
```

```
struct desc
  {
    size_t block_size;
    size_t blocks_per_arena;
    struct list free_list;
    struct lock lock;
  };
```

PINTOS - BLOCK ALLOCATOR - STRATEGIE

- Strategia 1 (<1kB): Le allocazioni vengono arrotondate alla potenza di 2 più vicina o a 16 byte, a seconda di quale sia il valore più grande. Quindi vengono raggruppate in una pagina utilizzata solo per allocazioni di quella dimensione.
- Strategia 2 (<1kB): Le allocazioni (più una piccola quantità di overhead) vengono arrotondate per eccesso a un multiplo della dimensione di pagina più vicino (minimo 4kB), l'allocatore di blocchi richiede quel numero di pagine contigue all'allocatore di pagine descritto precedentemente.

PINTOS - BLOCK ALLOCATOR – METODI COINVOLTI

- void ***malloc**(size_t size)
- void ***calloc**(size_t a, size_t b)

1. Trovare il descrittore più piccolo che soddisfa la richiesta di dimensione.
2. Acquisire il blocco associato al descrittore.
3. Se l'elenco libero è vuoto, creare una nuova arena, inizializzarla e aggiungere i suoi blocchi all'elenco libero.
4. Restituzione di un blocco dall'elenco libero.

I due metodi sono analoghi, con l'unica differenza che *calloc()* ricerca la dimensione minima pari a *a*b* e utilizza memset() per inizializzare il contenuto del blocco a zero prima di restituirlo.

PINTOS - BLOCK ALLOCATOR – METODI COINVOLTI

- void *realloc(void *old_block, size_t new_size)

La funzione realloc tenta di ridimensionare un blocco a byte new_size, eventualmente spostandolo nel processo.

- In caso di successo, crea e restituisce un nuovo blocco, liberando quello vecchio.
- in caso di fallimento, restituisce un puntatore nullo. Il vecchio blocco rimane valido se la riallocazione fallisce.

PINTOS - BLOCK ALLOCATOR – METODI COINVOLTI

- void **free**(void *p)

Si occupa di liberare le porzioni di memoria precedentemente allocate dai metodi *malloc() calloc() o realloc()*, i blocchi vengono gestiti in maniera differente a seconda della loro dimensione:

- Per i blocchi normali, (d->lock) viene acquisito per garantire la corretta sincronizzazione con altri thread che accedono allo stesso descrittore. Il blocco viene aggiunto alla lista libera associata al descrittore. Se l'intera arena è inutilizzata (tutti i blocchi sono liberi), l'arena viene liberata.
- Per i blocchi grandi, dal momento che essi corrispondono esattamente a multipli di pagina (compreso overhead) viene direttamente chiamata la funzione del PAGE ALLOCATOR palloc_free_multiple()

COMPARAZIONE MEMORIA: PINTOS VS OS/161

PINTOS

- 64 MB RAM, non modificabile.
- Memoria vulnerabile a frammentazione interna (BA) e esterna (PA), le allocazioni di multipli di pagina devono essere limitate, mentre le allocazioni di pagina singola sono sempre terminate con successo, a meno di memoria completamente piena
- 80*x*86 non prevede una metodologia di accesso diretto tramite indirizzo fisico, limitazione aggirata dalla mappatura 1 a 1 spazio d'indirizzo logico fisico

OS/161

- Supporto previsto ma non implementato per i metodi di deallocazione della memoria e delle strutture necessarie al tracking dello stato della memoria (DUMBVM), l'esecuzione continua di processi continua ad allocare memoria senza mai rilasciarla.
- Quantità di RAM utilizzabile configurabile in sys161.conf
- Lo spazio di indirizzamento viene gestito in maniera molto simile a PINTOS.