Corso di Informatica Medica

Esercitazione VIII

19 giugno 2014

Alessandro A. Nacci
nacci@elet.polimi.it - alessandronacci.com

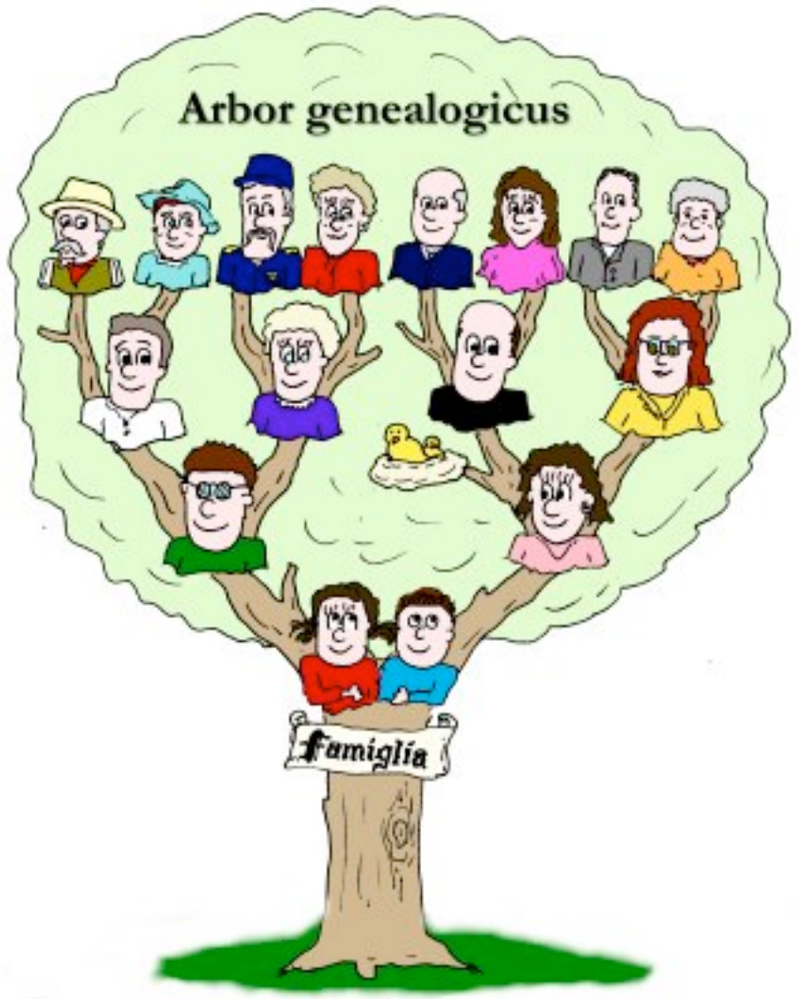

READY...
SET...
GO

L'albero genealogico

LEZIONE PRECEDENTE

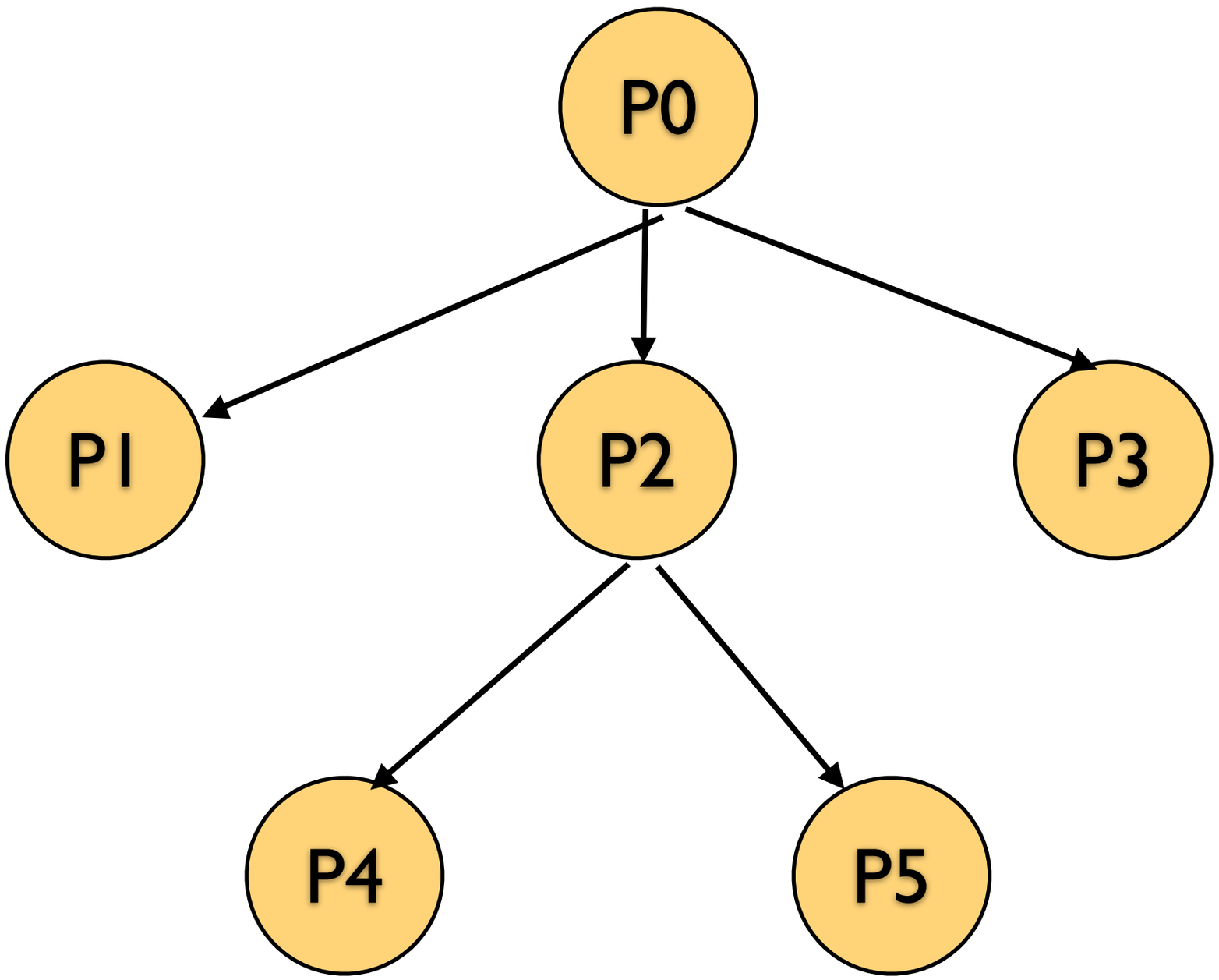
- Scrivere un programma C che sia in grado di rappresentare e gestire un albero genealogico

- In particolare, vogliamo poter fare:
  - Creare una persona
  - Rappresentare di una popolazione
  - Aggiungere figli ad una persona
  - Elencare i figli e i nipoti dato un antenato



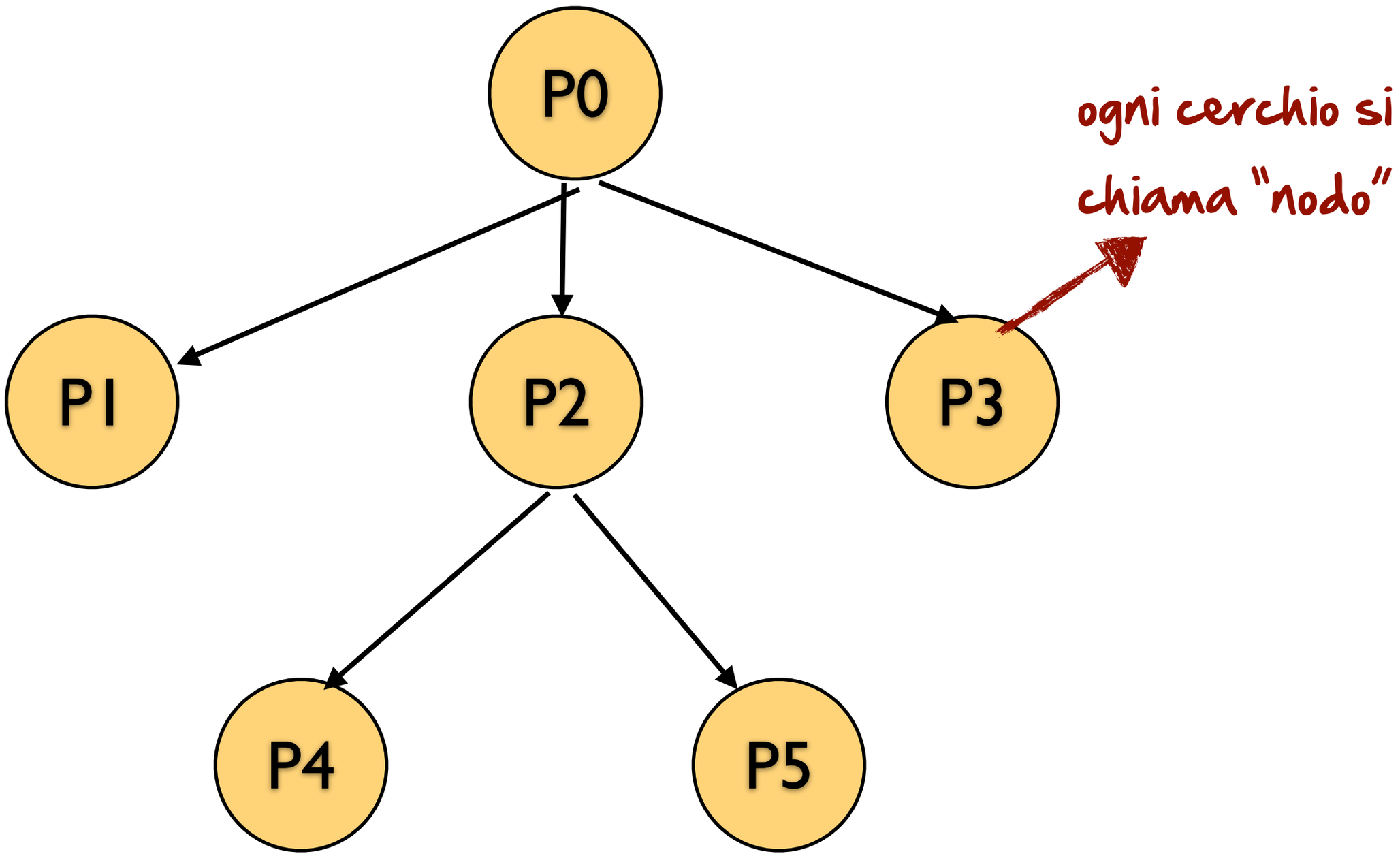
Una famosa struttura dati: l'albero

LEZIONE PRECEDENTE



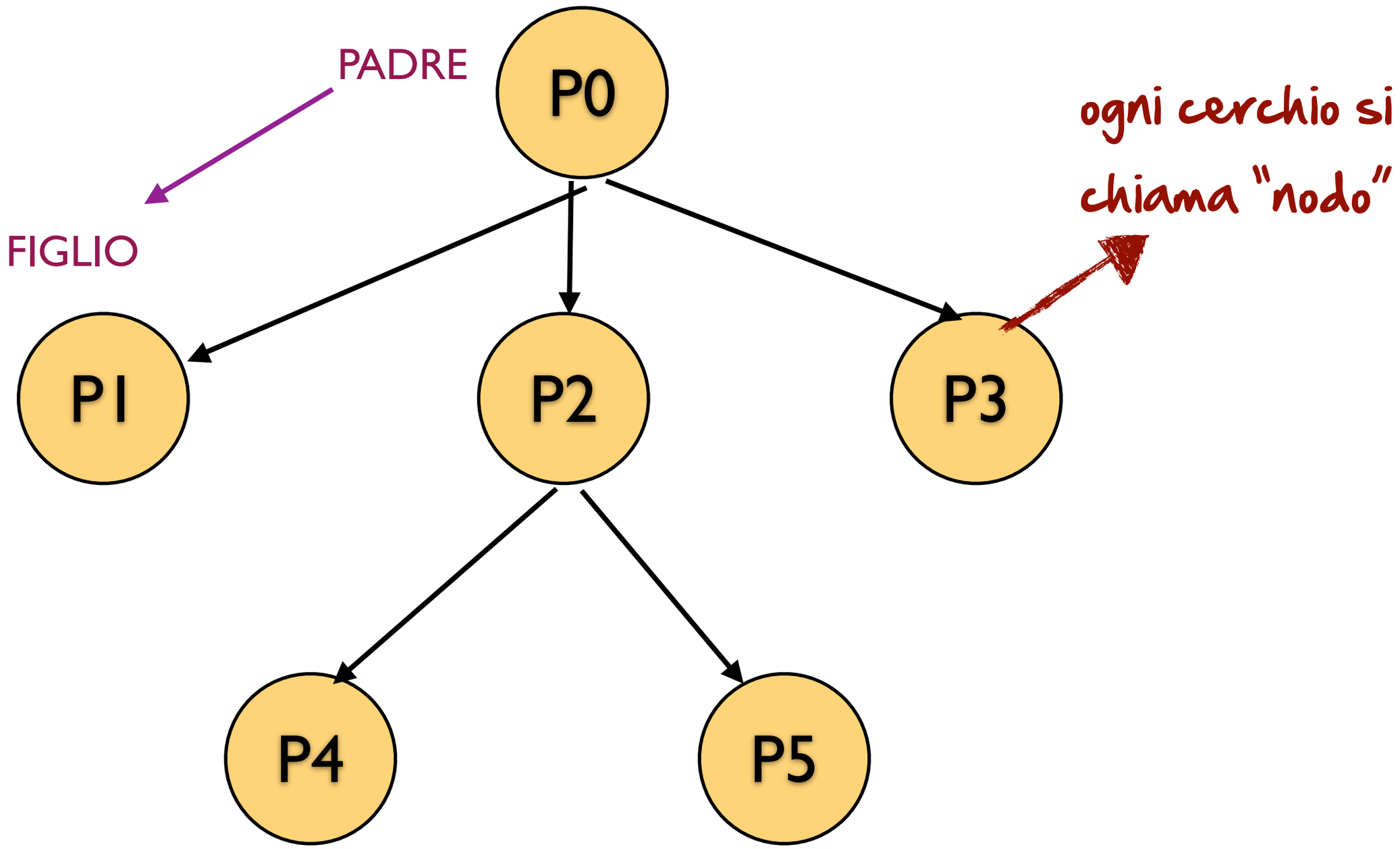
Una famosa struttura dati: l'albero

LEZIONE PRECEDENTE



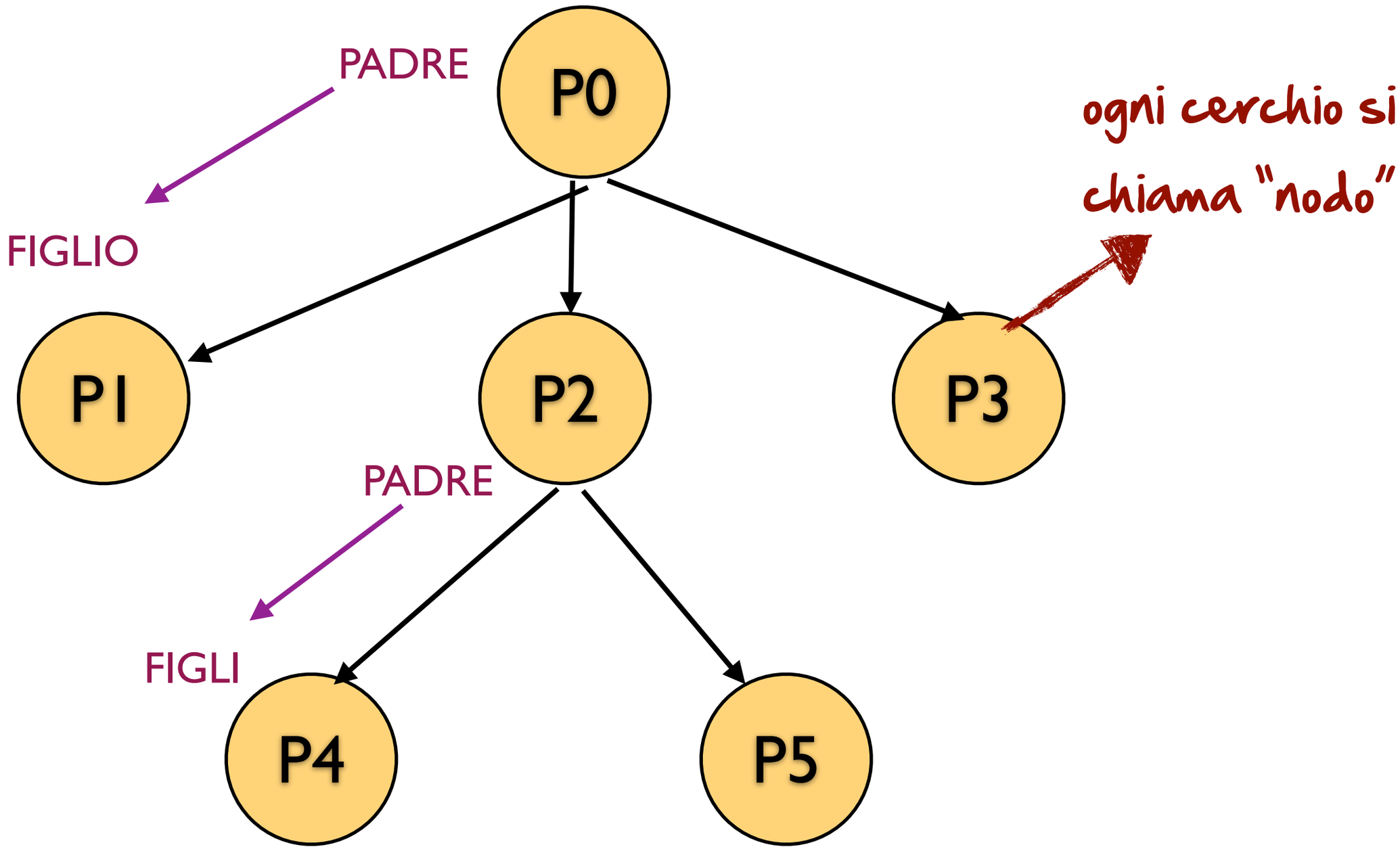
Una famosa struttura dati: l'albero

LEZIONE PRECEDENTE



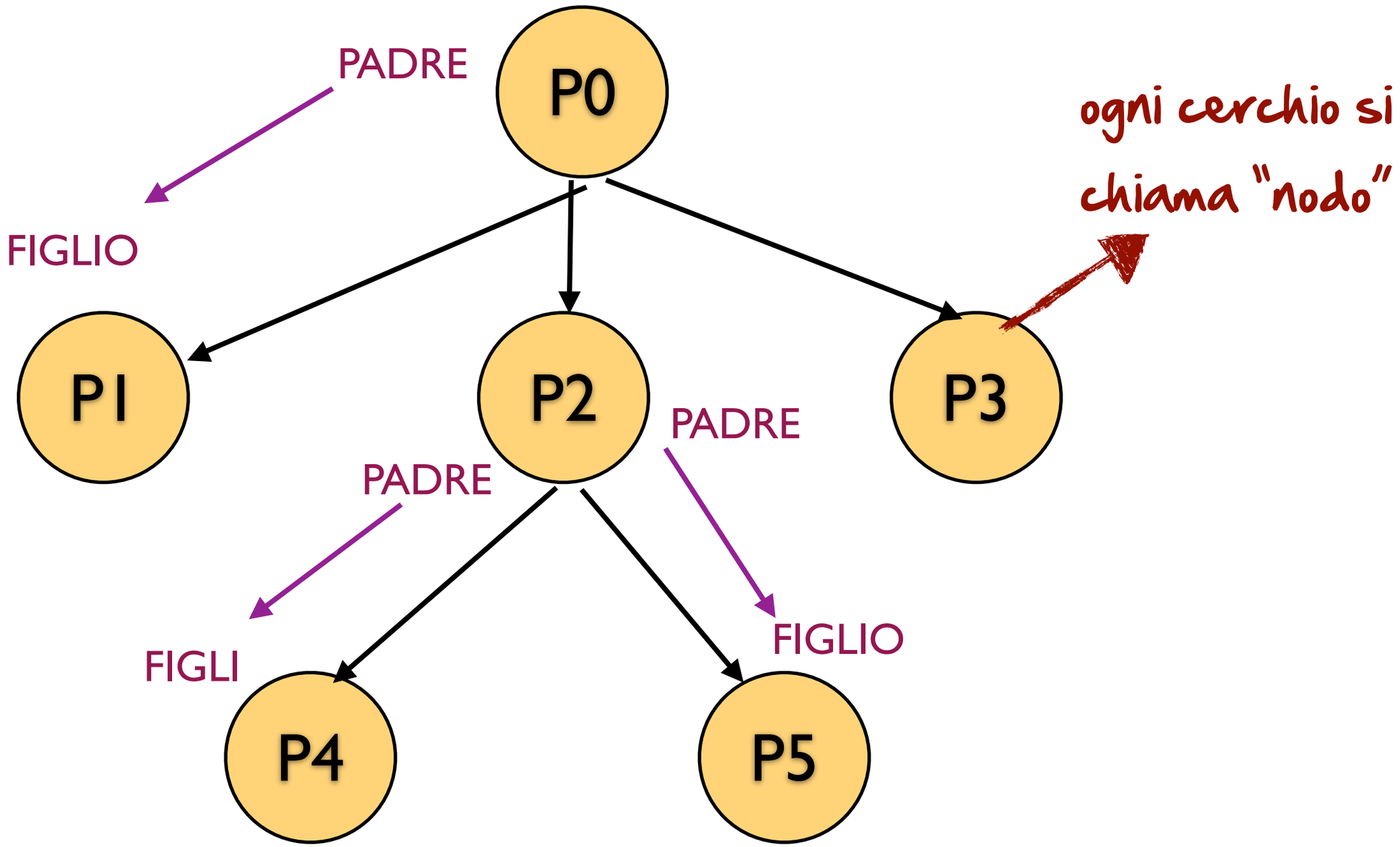
Una famosa struttura dati: l'albero

LEZIONE PRECEDENTE



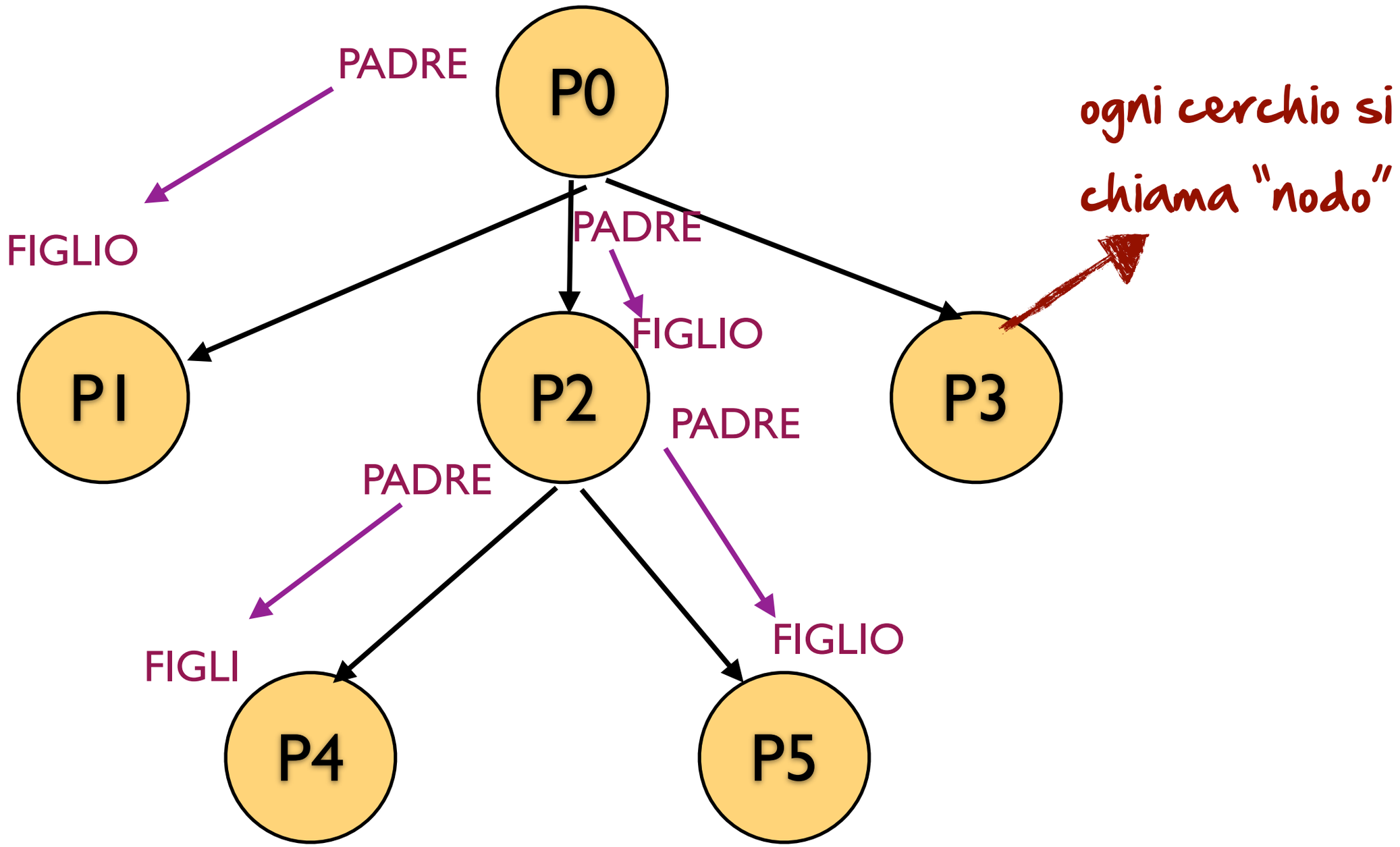
Una famosa struttura dati: l'albero

LEZIONE PRECEDENTE



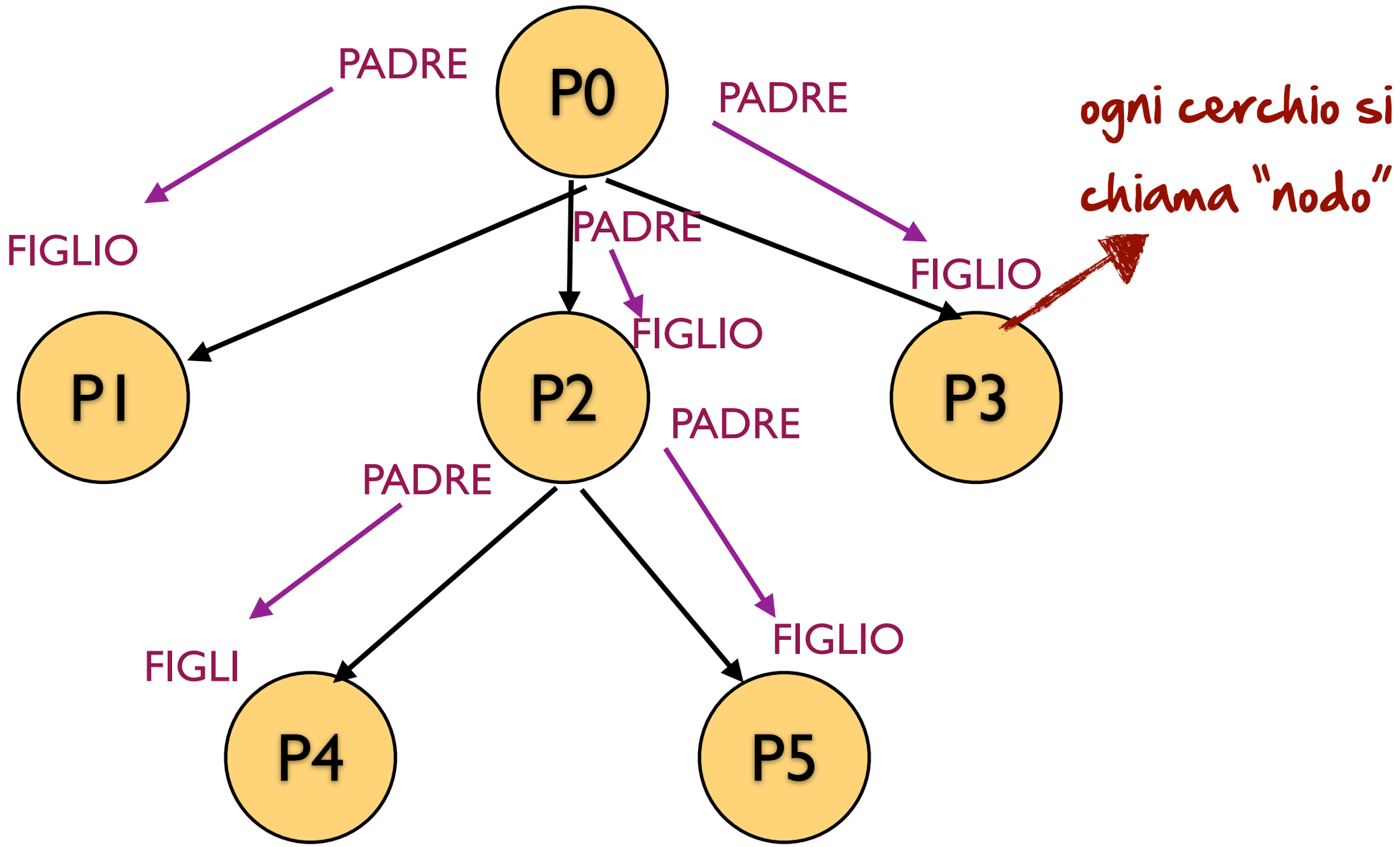
Una famosa struttura dati: l'albero

LEZIONE PRECEDENTE



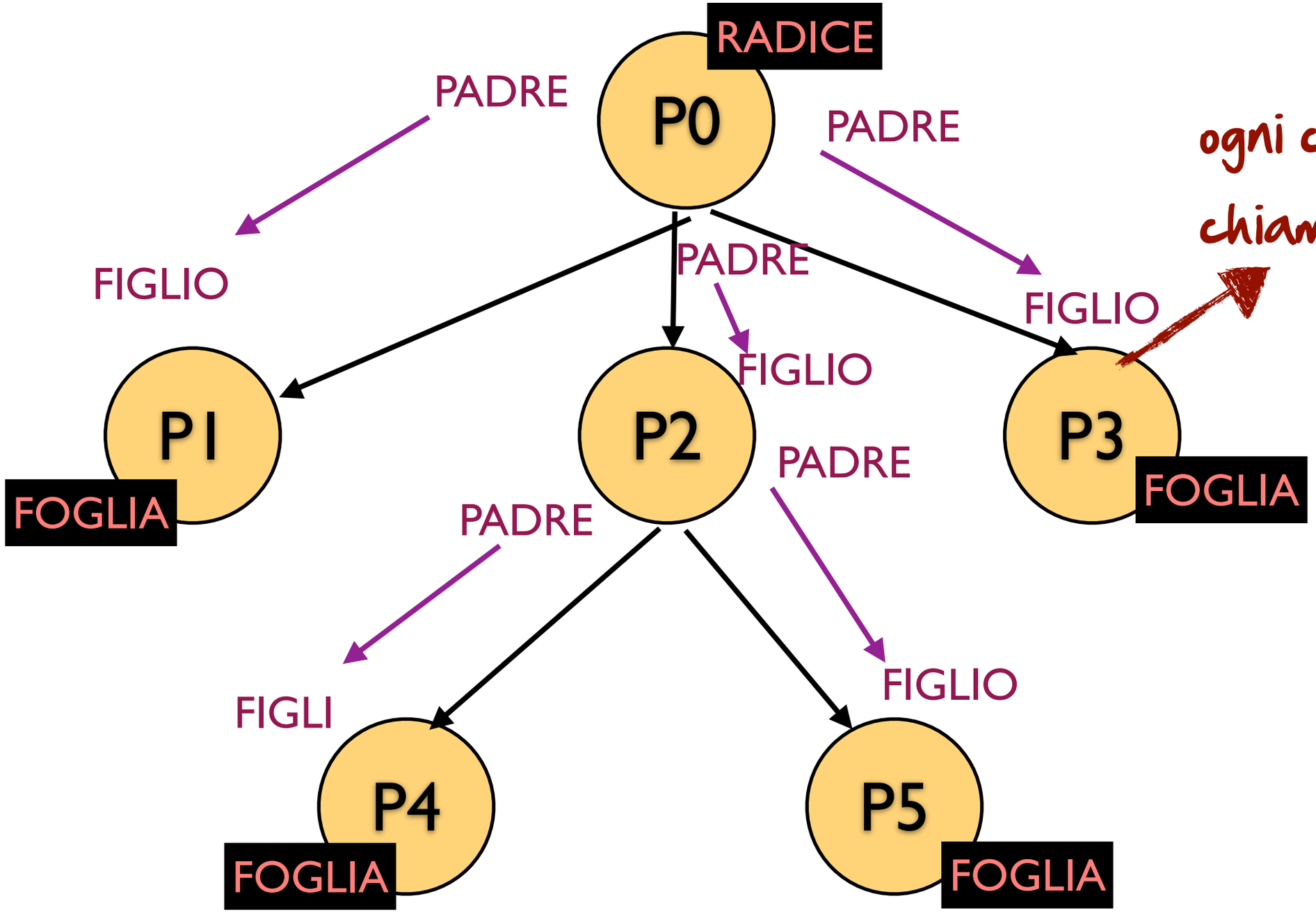
Una famosa struttura dati: l'albero

LEZIONE PRECEDENTE



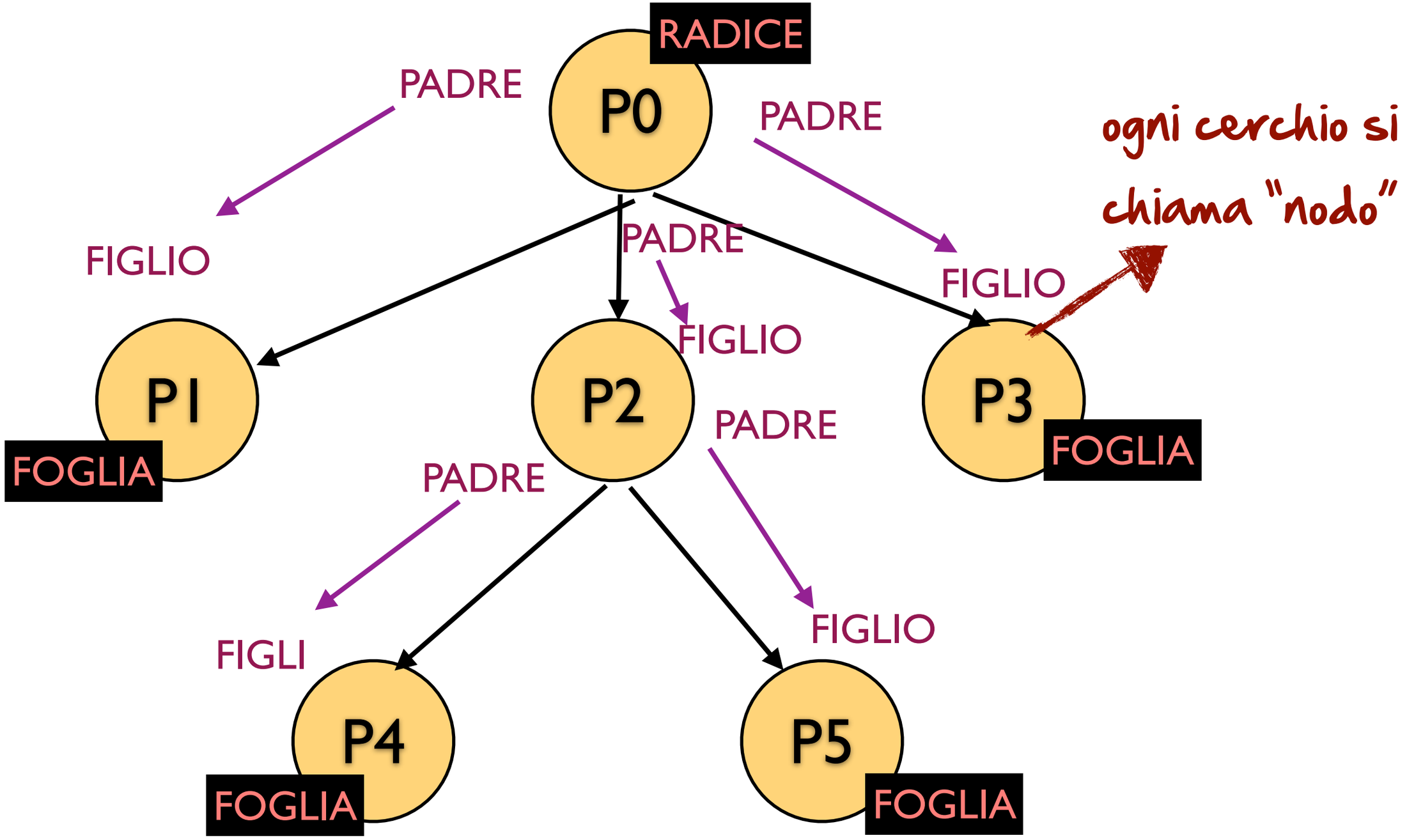
Una famosa struttura dati: l'albero

LEZIONE PRECEDENTE



Una famosa struttura dati: l'albero

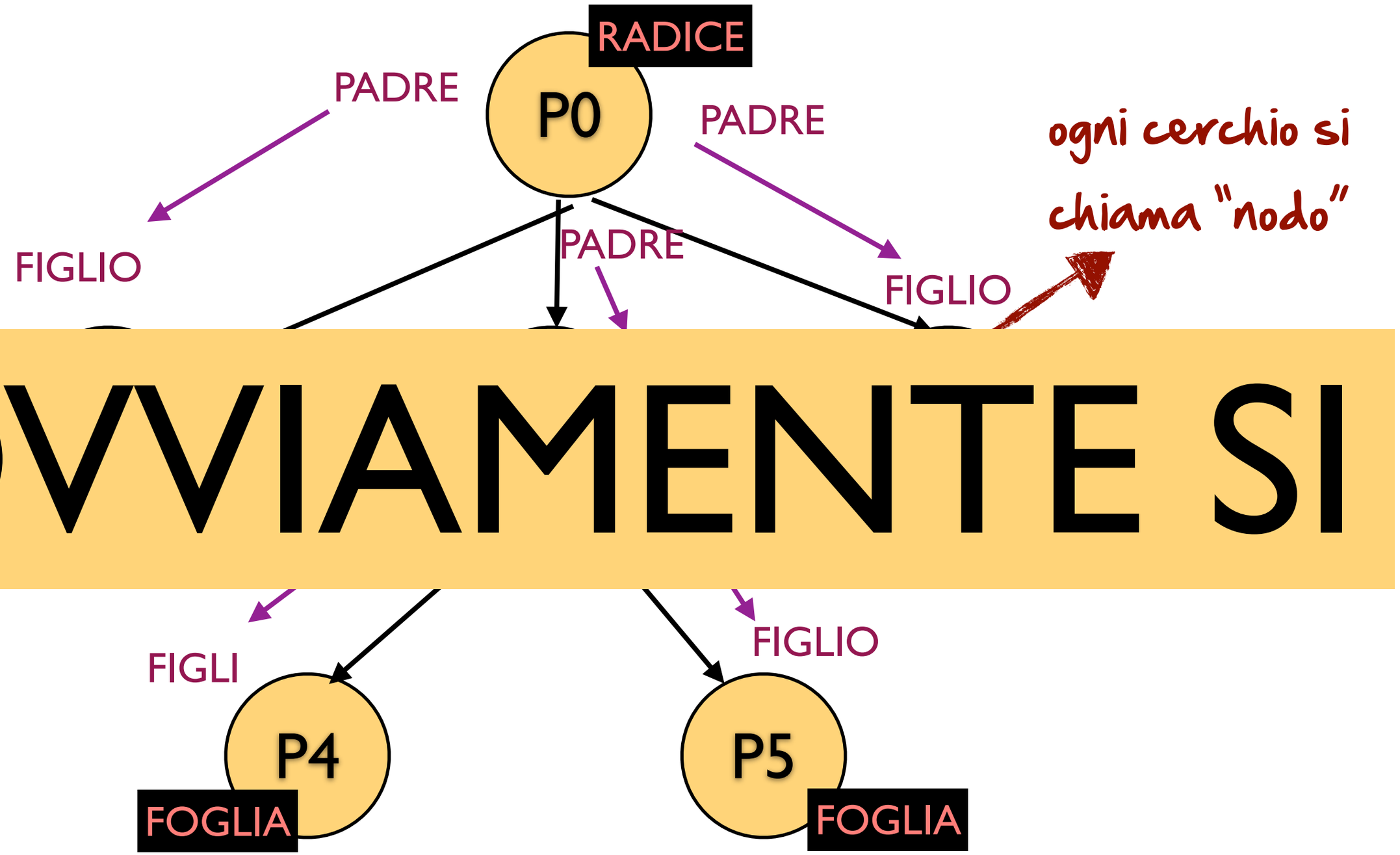
LEZIONE PRECEDENTE



Può essere utile per rappresentare un albero genealogico?

Una famosa struttura dati: l'albero

LEZIONE PRECEDENTE

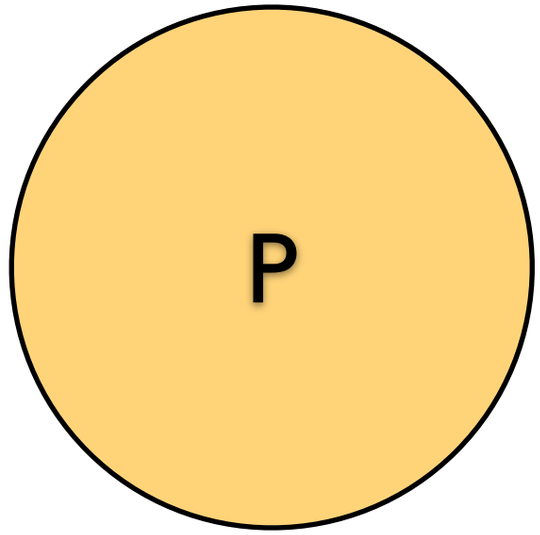


OVVIAMENTE SI

Può essere utile per rappresentare un albero genealogico?

- OGNI NODO DELL'ALBERO SARA' PER NOI UNA PERSONA

==

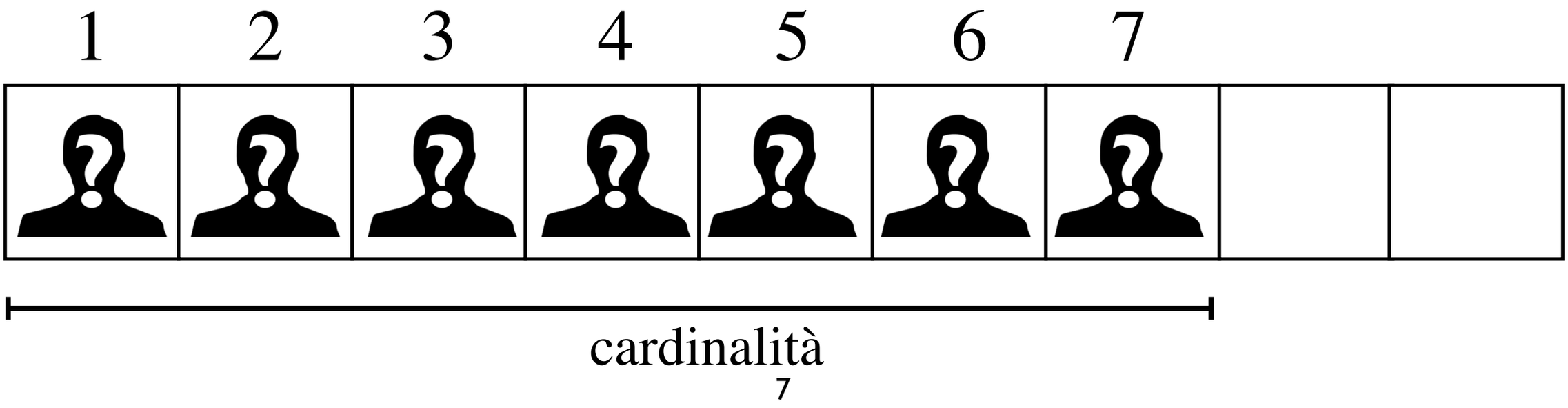


Una Persona

- SESSO
- NOME
- ETA?
- CHI SONO I GENITORI?
- CHI SONO I FIGLI?
- QUANTI FIGLI?

Una Popolazione

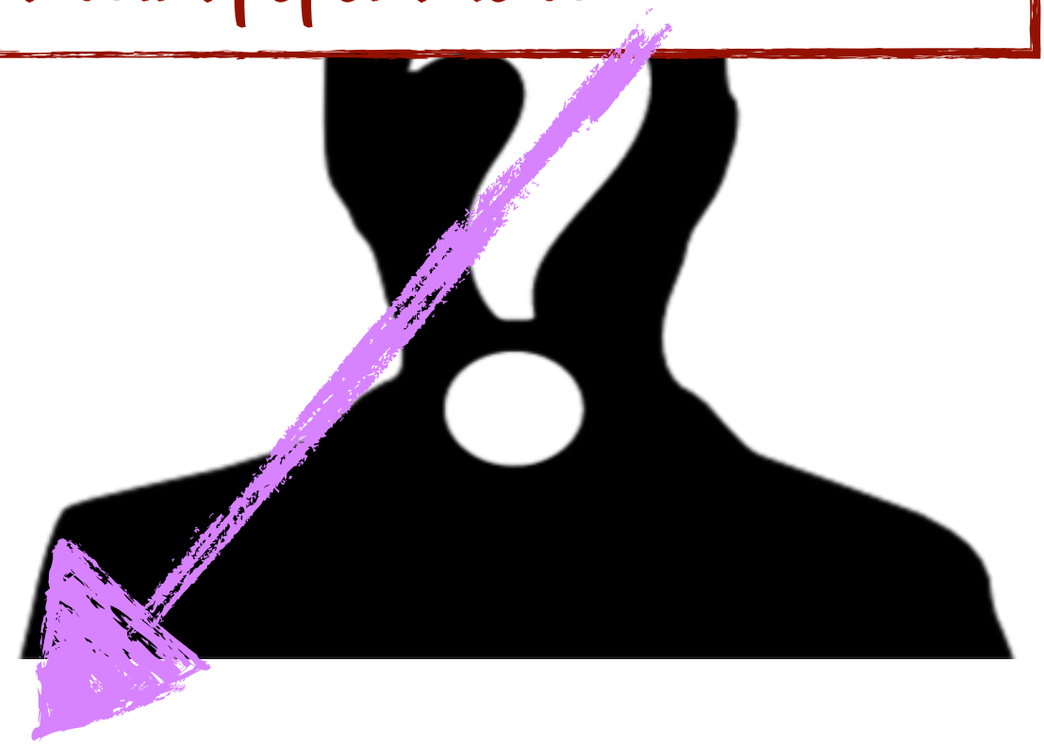
- Una popolazione è rappresentata da un insieme di persone
- Ogni persona ha un suo indice (numero univoco di identificazione)
- Esiste un numero di persone della

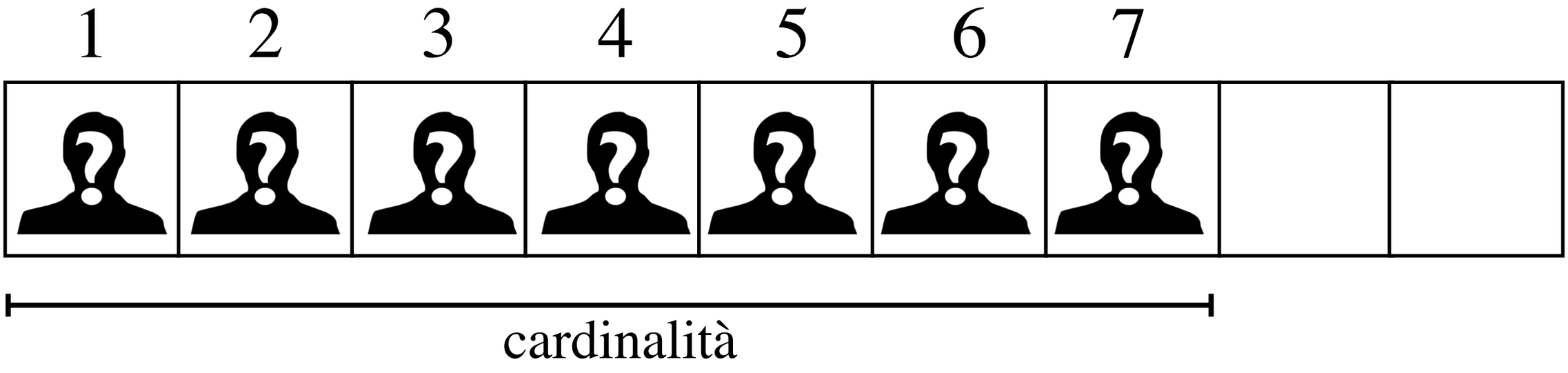


Una Persona nella popolazione

- SESSO
- NOME
- ETA?
- CHI SONO I GENITORI?
- CHI SONO I FIGLI?
- QUANTI FIGLI?

Li rappresentiamo con l'indice della persona nella popolazione





Persona e Popolazione (codice C)

LEZIONE PRECEDENTE

```c
typedef struct {
} persona;
```

```c
int main () {
    persona* popolazione[MAX_PERSONE];
    int cardinalita_popolazione = -1;
```

Persona e Popolazione (codice C)

LEZIONE PRECEDENTE

```c
typedef struct {
    genere sesso;
    char nome[STR_LEN];
    int i_persona;
    int i_genitore1;
    int i_genitore2;
    int i_figli[MAX_FIGLI];
    int numero_figli;
    int eta;
} persona;
```

```c
int main () |
{

    persona* popolazione[MAX_PERSONE];
    int cardinalita_popolazione = -1;
```

Persona e Popolazione (codice C)

LEZIONE PRECEDENTE

```c
typedef enum {MASCHIO, FEMMINA} genere;

typedef struct {
    genere sesso;
    char nome[STR_LEN];
    int i_persona;
    int i_genitore1;
    int i_genitore2;
    int i_figli[MAX_FIGLI];
    int numero_figli;
    int eta;
} persona;
```

```c
int main () |
{

    persona* popolazione[MAX_PERSONE];
    int cardinalita_popolazione = -1;
```

Creazione di una persona

LEZIONE PRECEDENTE

```
persona crea_persona(genere sesso, char nome[STR_LEN], int eta)
{

}
```

Creazione di una persona

LEZIONE PRECEDENTE

```
persona crea_persona(genere sesso, char nome[STR_LEN], int eta)
{
    persona p;
    p.sesso = sesso;
    strcpy(p.nome,nome);
    p.i_genitore1 = -1;
    p.i_genitore2 = -1;
    p.numero_figli = 0;
    p.eta = eta;
    return p;
}
```

Aggiunta persona alla popolazione

LEZIONE PRECEDENTE

```
int aggiungi_a_popolazione(persona* popolazione[MAX_PERSONE],
    persona* p, int* cardinalita_popolazione)
{

}
```

Aggiunta persona alla popolazione

LEZIONE PRECEDENTE

```
int aggiungi_a_popolazione(persona* popolazione[MAX_PERSONE],
    persona* p, int* cardinalita_popolazione)
{
    (*cardinalita_popolazione)++;
    p->i_persona = *cardinalita_popolazione;
    popolazione[*cardinalita_popolazione] = p;
}
```

Aggiunta di un figlio

LEZIONE PRECEDENTE

```
void aggiungi_figlio(persona* genitore, persona* figlio)
{
}
```

Aggiunta di un figlio

LEZIONE PRECEDENTE

```
void aggiungi_figlio(persona* genitore, persona* figlio)
{
    genitore->i_figli[genitore->numero_figli] = figlio->i_persona;
    genitore->numero_figli++;

    if (figlio->i_genitore1 == -1)
        figlio->i_genitore1 = genitore->i_persona;
    else if (figlio->i_genitore2 == -1)
        figlio->i_genitore2 = genitore->i_persona;
    else
        printf("errore\n");

}
```

Funzioni di stampa a schermo

LEZIONE PRECEDENTE

```
char* genere_to_str(genere sesso)
{



}

void stampa_persona(persona* p)
{


}
```

Funzioni di stampa a schermo

LEZIONE PRECEDENTE

```
char* genere_to_str(genere sesso)
{
    if (sesso == MASCHIO) return "MASCHIO";
    if (sesso == FEMMINA) return "FEMMINA";
    return "?";
}

void stampa_persona(persona* p)
{


}
```

Funzioni di stampa a schermo

LEZIONE PRECEDENTE

```
char* genere_to_str(genere sesso)
{
    if (sesso == MASCHIO) return "MASCHIO";
    if (sesso == FEMMINA) return "FEMMINA";
    return "?";
}

void stampa_persona(persona* p)
{
    printf("Nome: %s - Genere: %s - Eta':%d - Id:%d - #Figli: %d\n",
    p->nome, genere_to_str(p->sesso), p->eta, p->i_persona, p->numero_figli);
}
```

Elenco dei figli e dei nipoti

```
void elenca_figli_nipoti(persona* popolazione[MAX_PERSONE],
    persona* p, genere sesso, int eta_minima)
{

}
```

Elenco dei figli e dei nipoti

```
void elenca_figli_nipoti(persona* popolazione[MAX_PERSONE],
    persona* p, genere sesso, int eta_minima)
{

    int i;

    if (p->sesso == sesso && p->eta >= eta_minima)
        stampa_persona(p);


    for (i = 0; i < p->numero_figli; i++)
    {
        persona* f = popolazione[p->i_figli[i]];
        elenca_figli_nipoti(popolazione, f, sesso, eta_minima);
    }
}
```

La nostra popolazione

MARCO	STEFANIA	LUCA	PIPPO	LUCIA	ARIANNA	RINALDO	STEFANO
P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7

La nostra popolazione

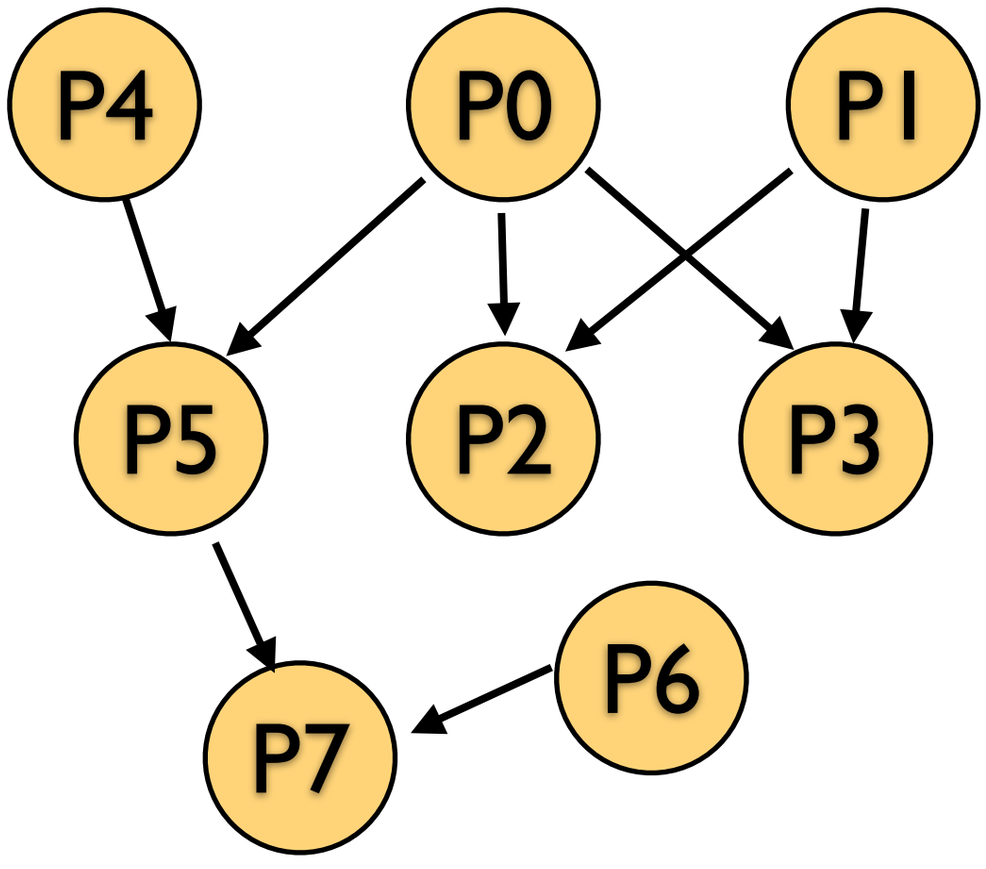
MARCO	STEFANIA	LUCA	PIPPO	LUCIA	ARIANNA	RINALDO	STEFANO
P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7

Marco e' padre di LUCA e di PIPPO
Stefania e' madre di LUCA e di PIPPO
Arianna e' figlia di Marco e Lucia
Stefano e' figlio di Arianna e Rinaldo

La nostra popolazione

MARCO P0 | STEFANIA P1 | LUCA P2 | PIPPO P3 | LUCIA P4 | ARIANNA P5 | RINALDO P6 | STEFANO P7

Marco e' padre di LUCA e di PIPPO
Stefania e' madre di LUCA e di PIPPO
Arianna e' figlia di Marco e Lucia
Stefano e' figlio di Arianna e Rinaldo



La nostra popolazione (codice C)

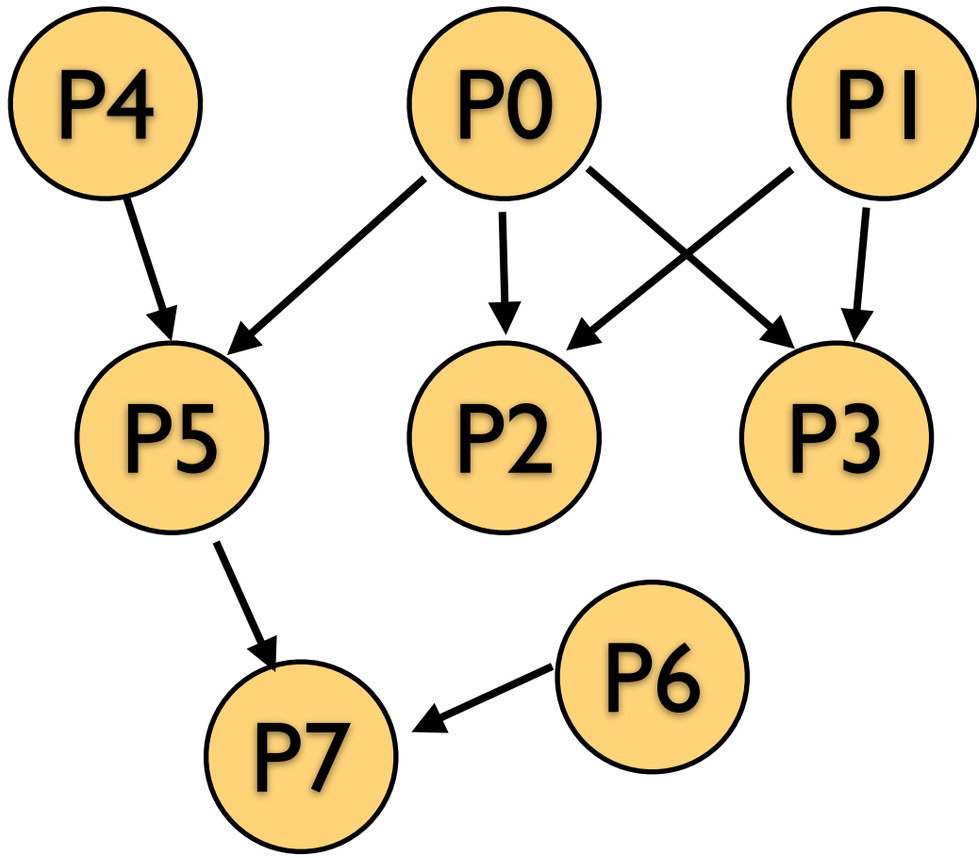
```c
int main ()
{

    persona* popolazione[MAX_PERSONE];
    int cardinalita_popolazione = -1;

    persona p0 = crea_persona(MASCHIO, "MARCO", 50);
    persona p1 = crea_persona(FEMMINA, "STEFANIA", 49);
    persona p2 = crea_persona(MASCHIO, "LUCA", 30);
    persona p3 = crea_persona(MASCHIO, "PIPPO", 26);
    persona p4 = crea_persona(FEMMINA, "LUCIA", 53);
    persona p5 = crea_persona(FEMMINA, "ARIANNA", 30);
    persona p6 = crea_persona(MASCHIO, "RINALDO", 32);
    persona p7 = crea_persona(MASCHIO, "STEFANO", 10);

    aggiungi_a_popolazione(popolazione, &p0, &cardinalita_popolazione);
    aggiungi_a_popolazione(popolazione, &p1, &cardinalita_popolazione);
    aggiungi_a_popolazione(popolazione, &p2, &cardinalita_popolazione);
    aggiungi_a_popolazione(popolazione, &p3, &cardinalita_popolazione);
    aggiungi_a_popolazione(popolazione, &p4, &cardinalita_popolazione);
    aggiungi_a_popolazione(popolazione, &p5, &cardinalita_popolazione);
    aggiungi_a_popolazione(popolazione, &p6, &cardinalita_popolazione);
    aggiungi_a_popolazione(popolazione, &p7, &cardinalita_popolazione);
```

Aggiungiamo le parentele



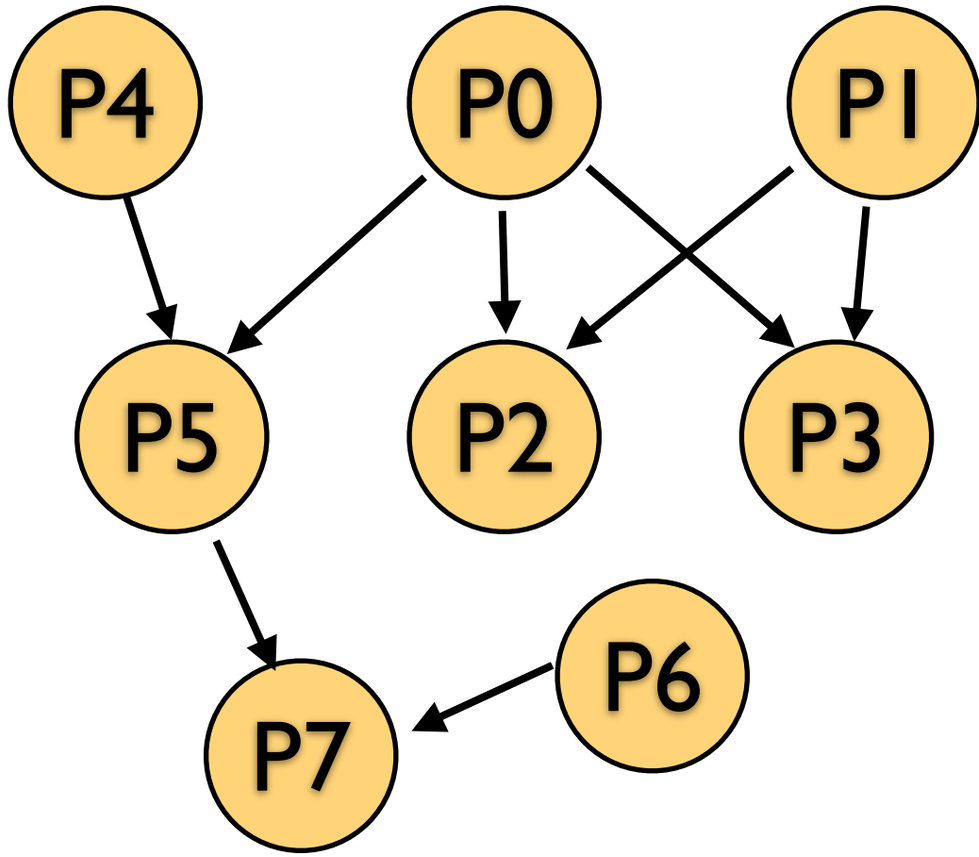
Aggiungiamo le parentele

```
// Marco e' padre di LUCA e di PIPPO
aggiungi_figlio(popolazione[0], popolazione[2]);
aggiungi_figlio(popolazione[0], popolazione[3]);

// Stefania e' madre di LUCA e di PIPPO
aggiungi_figlio(popolazione[1], popolazione[2]);
aggiungi_figlio(popolazione[1], popolazione[3]);

// Arianna e' figlia di Marco e Lucia
aggiungi_figlio(popolazione[0], popolazione[5]);
aggiungi_figlio(popolazione[4], popolazione[5]);

// Stefano e' figlio di Arianna e Rinaldo
aggiungi_figlio(popolazione[5], popolazione[7]);
aggiungi_figlio(popolazione[6], popolazione[7]);
```



Il main()

```
int main ()
{

    persona* popolazione[MAX_PERSONE];
    int cardinalita_popolazione = -1;

    persona p0 = crea_persona(MASCHIO, "MARCO", 50);
    persona p1 = crea_persona(FEMMINA, "STEFANIA", 49);
    persona p2 = crea_persona(MASCHIO, "LUCA", 30);
    persona p3 = crea_persona(MASCHIO, "PIPPO", 26);
    persona p4 = crea_persona(FEMMINA, "LUCIA", 53);
    persona p5 = crea_persona(FEMMINA, "ARIANNA", 30);
    persona p6 = crea_persona(MASCHIO, "RINALDO", 32);
    persona p7 = crea_persona(MASCHIO, "STEFANO", 10);

    aggiungi_a_popolazione(popolazione, &p0, &cardinalita_popolazione);
    aggiungi_a_popolazione(popolazione, &p1, &cardinalita_popolazione);
    aggiungi_a_popolazione(popolazione, &p2, &cardinalita_popolazione);
    aggiungi_a_popolazione(popolazione, &p3, &cardinalita_popolazione);
    aggiungi_a_popolazione(popolazione, &p4, &cardinalita_popolazione);
    aggiungi_a_popolazione(popolazione, &p5, &cardinalita_popolazione);
    aggiungi_a_popolazione(popolazione, &p6, &cardinalita_popolazione);
    aggiungi_a_popolazione(popolazione, &p7, &cardinalita_popolazione);

    // Marco e' padre di LUCA e di PIPPO
    aggiungi_figlio(popolazione[0], popolazione[2]);
    aggiungi_figlio(popolazione[0], popolazione[3]);

    // Stefania e' madre di LUCA e di PIPPO
    aggiungi_figlio(popolazione[1], popolazione[2]);
    aggiungi_figlio(popolazione[1], popolazione[3]);

    // Arianna e' figlia di Marco e Lucia
    aggiungi_figlio(popolazione[0], popolazione[5]);
    aggiungi_figlio(popolazione[4], popolazione[5]);

    // Stefano e' figlio di Arianna e Rinaldo
    aggiungi_figlio(popolazione[5], popolazione[7]);
    aggiungi_figlio(popolazione[6], popolazione[7]);


    elenca_figli_nipoti(popolazione, popolazione[0], MASCHIO, 3);

    return 0;

}
```

RICORSIONE

Divide et impera

- Metodo di approccio ai problemi che consiste nel dividere il problema dato in problemi più semplici
- I risultati ottenuti risolvendo i problemi più semplici vengono combinati insieme per costituire la soluzione del problema originale
- Generalmente, quando la semplificazione del problema consiste essenzialmente nella semplificazione dei DATI da elaborare (ad es. la riduzione della dimensione del vettore

La ricorsione (1)

- Una funzione è detta **ricorsiva** se chiama se stessa
- Se due funzioni si chiamano l'un l'altra, sono dette **mutuamente ricorsive**
- La funzione ricorsiva sa risolvere direttamente solo casi particolari di un problema detti **casi di base**: se viene invocata passandole dei dati che costituiscono uno dei casi di base, allora restituisce un risultato
- Se invece viene chiamata passandole dei dati che NON costituiscono uno dei casi di base, allora chiama se stessa (passo ricorsivo) passando dei DATI semplificati/ridotti

La ricorsione (II)

- Ad ogni chiamata si semplificano/riducono i dati, così ad un certo punto si arriva ad uno dei casi di base
- Quando la funzione chiama se stessa, sospende la sua esecuzione per eseguire la nuova chiamata
- L'esecuzione riprende quando la chiamata interna a se stessa termina
- La sequenza di chiamate ricorsive termina quando quella più interna (annidata) incontra uno dei casi di base
- Ogni chiamata alloca sullo stack (in stack frame diversi) nuove istanze dei parametri e delle variabili locali (non static)

Esempio: il fattoriale

Funzione ricorsiva che calcola il fattoriale di un numero n

Premessa (definizione ricorsiva):

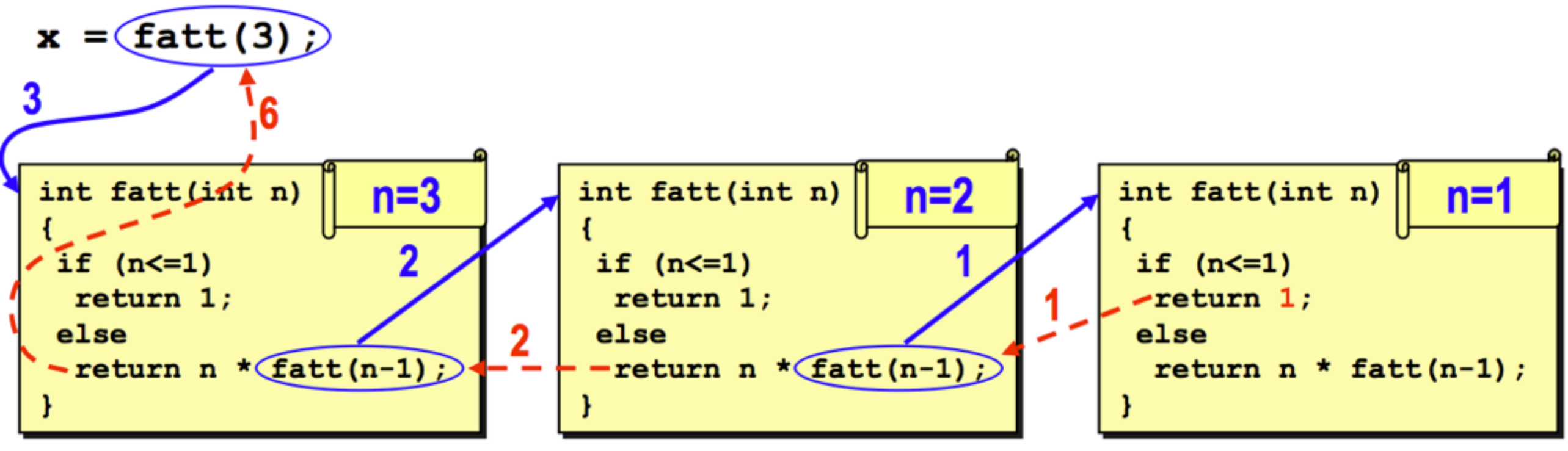
se $n \leq 1$ → $n! = 1$

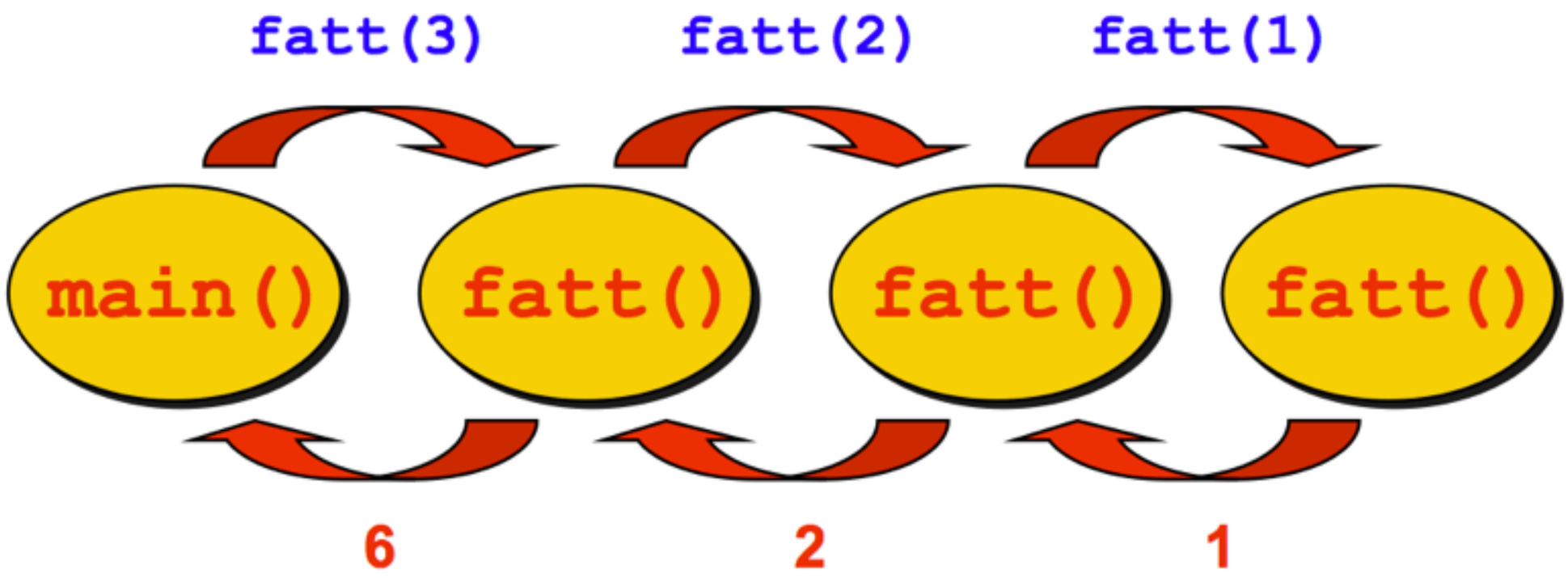
se $n > 1$ → $n! = n * (n-1)!$

```
int fatt(int n)
{
   if (n<=1)
      return 1;   → Caso di base
   else
      return n * fatt(n-1);
}
```

Semplificazione dei dati del problema

Esempio: il fattoriale - passo per passo





Ricorsione - Esercizio 1

- Scrivere una funziona ricorsiva che calcoli ricorsivamente la somma di tutti i numeri compresi tra 0 ed x
- Il prototipo della funzione è: int ric(int x)

```
int ric(int x) {



}
```

Ricorsione - Esercizio 1

- Scrivere una funziona ricorsiva che calcoli ricorsivamente la somma di tutti i numeri compresi tra 0 ed x
- Il prototipo della funzione è: int ric(int x)

```
int ric(int x) {
   if (x == 0)
       return 0;
   else
       return x + ric(x-1);
}
```

Ricorsione - Esercizio 11

- Scrivere le versioni ricorsiva ed iterativa di una funziona che calcoli il seguente valore

$$\sum_{i=1}^{n}\left(a-\frac{i}{a}\right)$$

```
double f(double a, int n)
{
}
```

Ricorsione - Esercizio 11

- Scrivere le versioni ricorsiva ed iterativa di una funziona che calcoli il seguente valore

$$\sum_{i=1}^{n}\left(a-\frac{i}{a}\right)$$

```
double f(double a, int n)
{
}
```

Ricorsione - Esercizio 11

- Scrivere le versioni ricorsiva ed iterativa di una funziona che calcoli il seguente valore

$$\sum_{i=1}^{n}\left(a-\frac{i}{a}\right)$$

```
double f(double a, int n)
{ if (n==1) return a - 1/a;
  else return a - n/a + f(a, n-1);
}
```

Ricorsione - Esercizio 11

- Scrivere le versioni ricorsiva ed iterativa di una funziona che calcoli il seguente valore

$$\sum_{i=1}^{n}\left(a-\frac{i}{a}\right)$$

```
double f(double a, int n)
{ if (n==1) return a - 1/a;
  else return a - n/a + f(a, n-1);
}
```

```
double f(double a, int n)
{ int i=1;
  double sum=0;
  while(i<=n)
       {sum = sum + a - i/a;
        i++;}
  return  sum;
}
```

Qualche considerazione

- L'apertura delle chiamate ricorsive semplifica il problema, ma non calcola ancora nulla
- Il valore restituito dalle funzioni viene utilizzato per calcolare il valore finale man mano che si chiudono le chiamate ricorsive: ogni chiamata genera valori intermedi a partire dalla fine
- Nella ricorsione vera e propria non c'è un mero passaggio di un risultato calcolato nella chiamata più interna a quelle più esterne, ossia le return non si limitano a passare indietro invariato un valore, ma c'è un'elaborazione intermedia

Quando utilizzare la ricorsione

- PRO
  Spesso la ricorsione permette di risolvere un problema anche molto complesso con poche linee di codice
- CONTRO
  La *ricorsione è poco efficiente* perché richiama molte volte una funzione e questo:
  - richiede tempo per la gestione dello stack (allocare e passare i parametri, salvare l'indirizzo di ritorno, e i valori di alcuni registri della CPU)
  - consuma molta memoria (alloca un nuovo stack frame ad ogni chiamata, definendo una nuova ulteriore istanza delle variabili locali non `static` e dei parametri ogni volta)

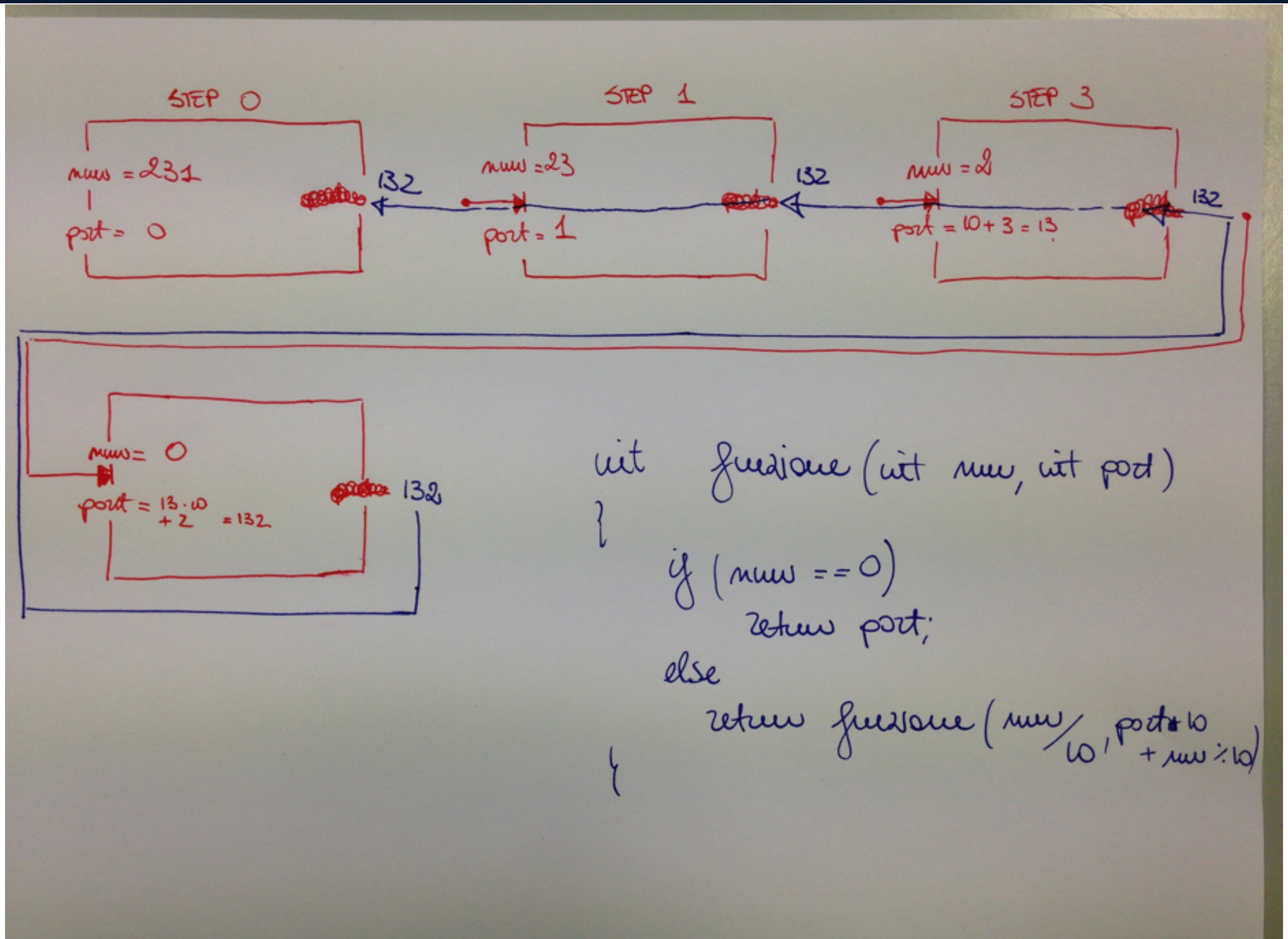
Quando utilizzare la ricorsione

- CONSIDERAZIONE
  Qualsiasi problema ricorsivo può essere risolto in modo non ricorsivo (ossia iterativo), ma la soluzione iterativa potrebbe non essere facile da individuare oppure essere molto più complessa
- CONCLUSIONE
  Quando non ci sono particolari problemi di efficienza e/o memoria, l'approccio ricorsivo è in genere da preferire se:
  - è più intuitivo di quello iterativo
  - la soluzione iterativa non è evidente o agevole

Ricorsione - Esercizio III

- Analizzare il comportamento della seguente funzione ricorsiva mostrando l'andamento delle variabili, considerando i seguenti input:
  - *funzione(231,0)*
- Dire quale funzione espleta

```
int mia_funzione(int num, int part) {
     if (num == 0)
          return part;
     else {
          return mia_funzione(num/10, part*10 + num%10);
     }
}
```




```
int funzione (int num, int port)
{
    if (num == 0)
        return port;
    else
        return funzione (num/10, port*10 + num%10)
}
```

Potete lasciare il vostro giudizio qui:

http://tinyurl.com/IEIMExe2014

Tutte il materiale sarà disponibile sul mio sito internet:

alessandronacci.com

CREDITS

Parte del materiale di questa lezione è stato preso da
http://staff.polito.it/claudio.fornaro/CorsoC/24-Ricorsione.pdf
http://lia.deis.unibo.it/Courses/InfoChim1112/lucidi/es03-FunzRic.pdf