Laboratorio di Linguaggi Formali e Traduttori
LFT lab T4, a.a. 2022/2023

Docente: Luigi Di Caro

Analisi lessicale

Analisi Lessicale

Prima però...

- Abbiamo visto un modo di implementare DFA
  - variabili state per gli stati dell'automa,
  - e ciclo per simulare il comportamento dell'automa (transizioni)
- Ora possiamo pensare di essere più flessibili

Implementazione di un DFA

- Prime due lezioni: presentato un approccio per implementare un DFA utilizzando un singolo ciclo `while`, rappresentando lo stato attuale del DFA con la variabile `state` e le transizione tramite comandi condizionali (`switch` e `if`).
  - Vantaggio: facile capire la corrispondenza tra DFA e codice (quindi più facile ottenere un'implementazione *corretta* nel caso di un DFA *complesso*).
  - Svantaggio: codice inutilmente complesso per esempi di DFA *molto semplici*.
- Per riassumere: per automi complessi, va bene. Per situazioni semplici, no.
  - Semplice: con due stati, o più stati ma con transizioni simili (ad es. con »a» torno indietro, ecc.

Implementazione di un DFA

- Approccio alternativo per DFA semplici: evitare l'utilizzo della variabile `state` per rappresentare lo stato del DFA
  - e utilizzare cicli e comandi condizionali per rappresentare il DFA.
- Corrispondenza tra «**posizioni nel codice**» e lo **stato** del DFA.
  - Rimane la corrispondenza DFA – codice!
  - Non sarà presentato un metodologia per questo approccio, ma nelle slide successive verranno presentati due esempi che confrontano i due approcci, indicando con frecce la corrispondenza tra stato del DFA e posizioni corrispondenti nel codice.

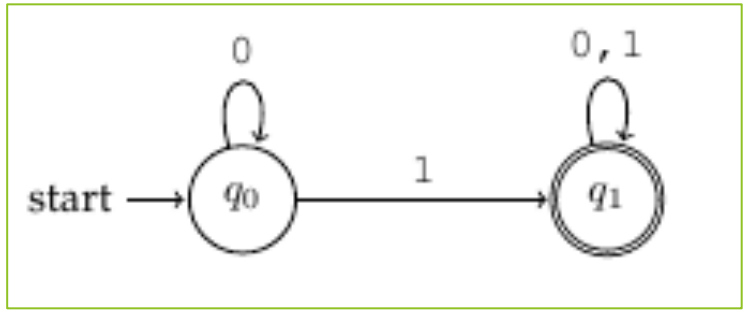
Primo esempio

- Approccio alternativo per DFA semplici

```java
public static boolean scan_at_least_one_1_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == '0')
                state = 0;
            else if (ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == '0' || ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 1;
}
```

```java
public static boolean scan_at_least_one_1_without_state(String s)
{
    int i = 0;

    while (i < s.length()) {
        char ch = s.charAt(i++);

        if (ch == '0')
            // do nothing
            ;
        else if (ch == '1') {
            while (i < s.length()) {
                ch = s.charAt(i++);
                if (ch == '0' || ch == '1')
                    // do nothing
                    ;
                else
                    // invalid input
                    return false;
            }
            return true;
        }
        else
            // invalid input
            return false;
    }
    return false;
}
```

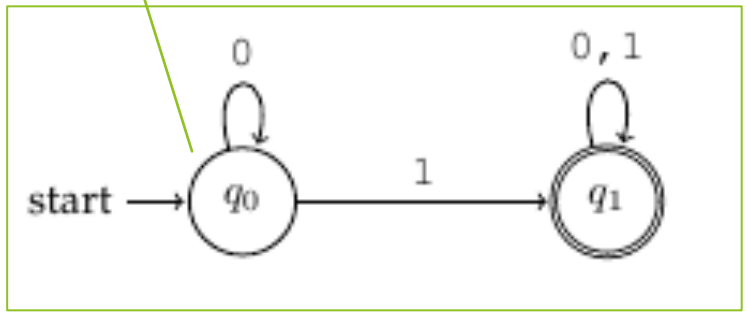
non usa la variabile state!



```java
public static boolean scan_at_least_one_1_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == '0')
                state = 0;
            else if (ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == '0' || ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 1;
}
```

```java
public static boolean scan_at_least_one_1_without_state(String s)
{
    int i = 0;

    while (i < s.length()) {
        char ch = s.charAt(i++);

        if (ch == '0')
            // do nothing
            ;
        else if (ch == '1') {
            while (i < s.length()) {
                ch = s.charAt(i++);
                if (ch == '0' || ch == '1')
                    // do nothing
                    ;
                else
                    // invalid input
                    return false;
            }
            return true;
        }
        else
            // invalid input
            return false;
    }
    return false;
}
```

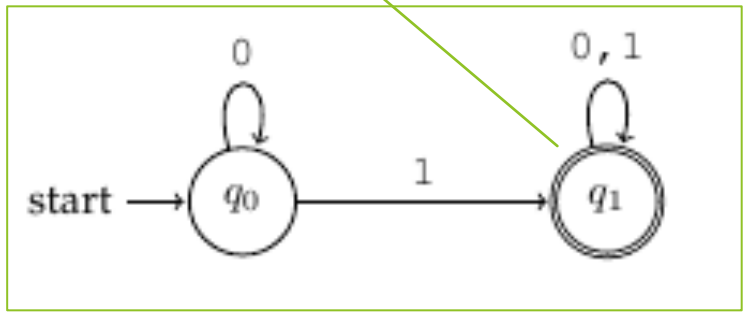
non usa la variabile state!



```java
public static boolean scan_at_least_one_1_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == '0')
                state = 0;
            else if (ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == '0' || ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 1;
}
```

```java
public static boolean scan_at_least_one_1_without_state(String s)
{
    int i = 0;

    while (i < s.length()) {
        char ch = s.charAt(i++);

        if (ch == '0')
            // do nothing
            ;
        else if (ch == '1') {
            while (i < s.length()) {
                ch = s.charAt(i++);
                if (ch == '0' || ch == '1')
                    // do nothing
                    ;
                else
                    // invalid input
                    return false;
            }
            return true;
        }
        else
            // invalid input
            return false;
    }
    return false;
}
```

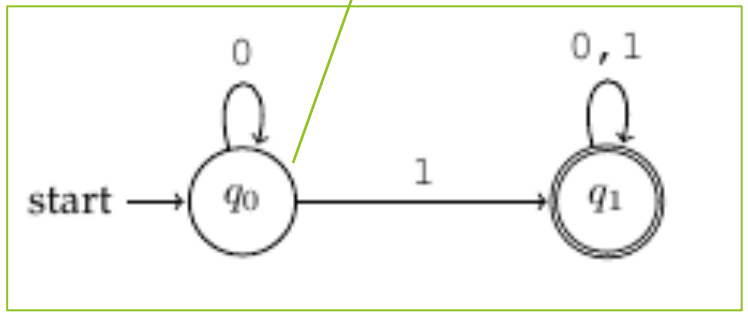
non usa la variabile state!



```java
public static boolean scan_at_least_one_1_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == '0')
                state = 0;
            else if (ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == '0' || ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 1;
}
```

```java
public static boolean scan_at_least_one_1_without_state(String s)
{
    int i = 0;

    while (i < s.length()) {
        char ch = s.charAt(i++);

        if (ch == '0')
            // do nothing
            ;
        else if (ch == '1') {
            while (i < s.length()) {
                ch = s.charAt(i++);
                if (ch == '0' || ch == '1')
                    // do nothing
                    ;
                else
                    // invalid input
                    return false;
            }
            return true;
        }
        else
            // invalid input
            return false;
    }
    return false;
}
```

non usa la variabile state!

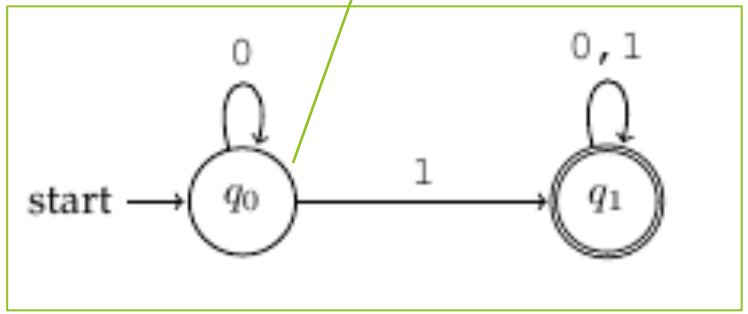


```java
public static boolean scan_at_least_one_1_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == '0')
                state = 0;
            else if (ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == '0' || ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 1;
}
```

```java
public static boolean scan_at_least_one_1_without_state(String s)
{
    int i = 0;

    while (i < s.length()) {
        char ch = s.charAt(i++);

        if (ch == '0')
            // do nothing
            ;
        else if (ch == '1') {
            while (i < s.length()) {
                ch = s.charAt(i++);
                if (ch == '0' || ch == '1')
                    // do nothing
                    ;
                else
                    // invalid input
                    return false;
            }
            return true;
        }
        else
            // invalid input
            return false;
    }
    return false;
}
```

come prima

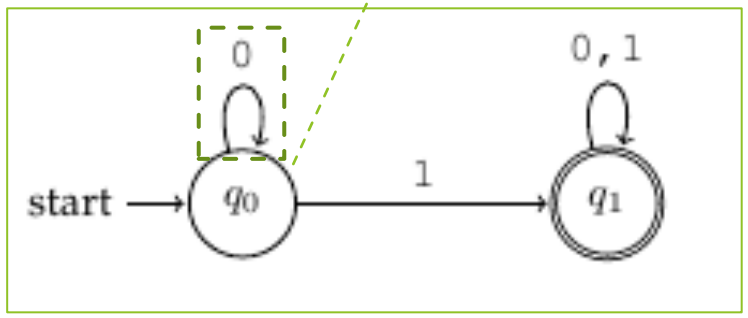
non usa la variabile state!



```java
public static boolean scan_at_least_one_1_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == '0')
                state = 0;
            else if (ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == '0' || ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 1;
}
```

```java
public static boolean scan_at_least_one_1_without_state(String s)
{
    int i = 0;

    while (i < s.length()) {
        char ch = s.charAt(i++);

        if (ch == '0')
            // do nothing
            ;
        else if (ch == '1') {
            while (i < s.length()) {
                ch = s.charAt(i++);
                if (ch == '0' || ch == '1')
                    // do nothing
                    ;
                else
                    // invalid input
                    return false;
            }
            return true;
        }
        else
            // invalid input
            return false;
    }
    return false;
}
```

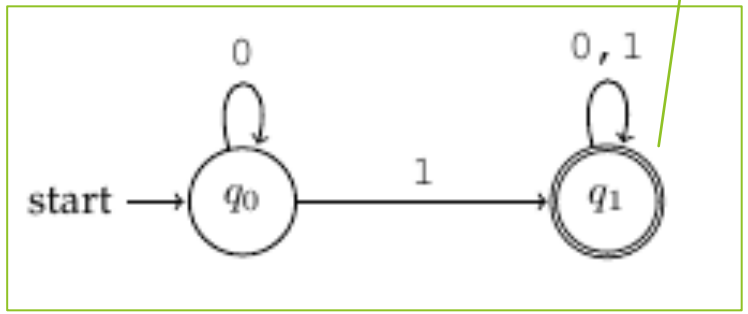
inizialmente, se leggiamo 0, non facciamo nulla



```java
public static boolean scan_at_least_one_1_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == '0')
                state = 0;
            else if (ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == '0' || ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 1;
}
```

```java
public static boolean scan_at_least_one_1_without_state(String s)
{
    int i = 0;

    while (i < s.length()) {
        char ch = s.charAt(i++);

        if (ch == '0')
            // do nothing
            ;
        else if (ch == '1') {
            while (i < s.length()) {
                ch = s.charAt(i++);
                if (ch == '0' || ch == '1')
                    // do nothing
                    ;
                else
                    // invalid input
                    return false;
            }
            return true;
        }
        else
            // invalid input
            return false;
    }
    return false;
}
```

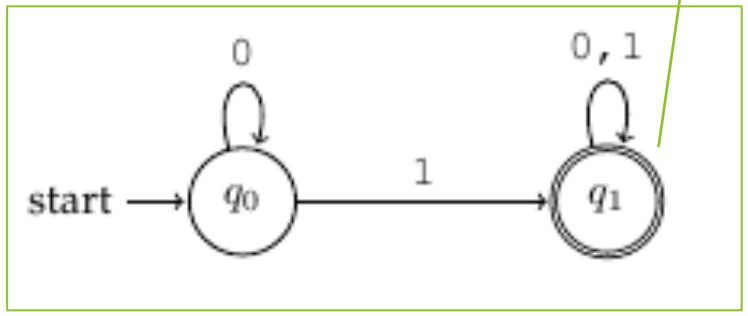
se leggiamo «1», entriamo in un nuovo while



```java
public static boolean scan_at_least_one_1_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == '0')
                state = 0;
            else if (ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == '0' || ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 1;
}
```

```java
public static boolean scan_at_least_one_1_without_state(String s)
{
    int i = 0;

    while (i < s.length()) {
        char ch = s.charAt(i++);

        if (ch == '0')
            // do nothing
            ;
        else if (ch == '1') {
            while (i < s.length()) {
                ch = s.charAt(i++);
                if (ch == '0' || ch == '1')
                    // do nothing
                    ;
                else
                    // invalid input
                    return false;
            }
            return true;
        }
        else
            // invalid input
            return false;
    }
    return false;
}
```

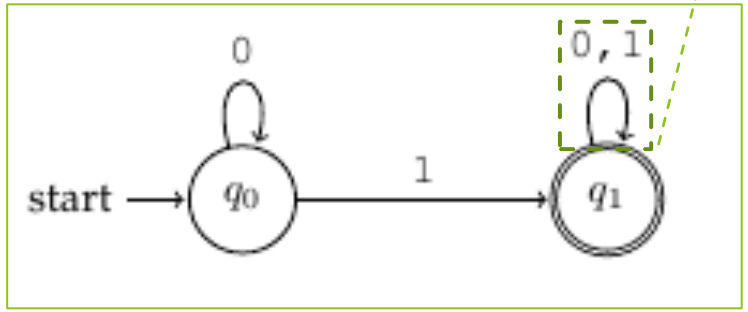
se leggiamo «0» oppure «1» non facciamo nulla



```java
public static boolean scan_at_least_one_1_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == '0')
                state = 0;
            else if (ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == '0' || ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 1;
}
```

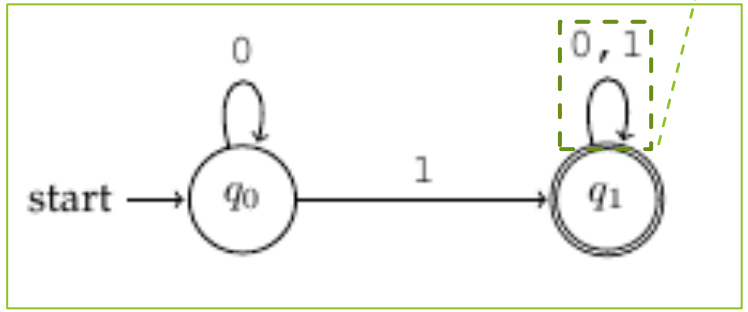
```java
public static boolean scan_at_least_one_1_without_state(String s)
{
    int i = 0;

    while (i < s.length()) {
        char ch = s.charAt(i++);

        if (ch == '0')
            // do nothing
            ;
        else if (ch == '1') {
            while (i < s.length()) {
                ch = s.charAt(i++);
                if (ch == '0' || ch == '1')
                    // do nothing
                    ;
                else
                    // invalid input
                    return false;
            }
            return true;
        }
        else
            // invalid input
            return false;
    }
    return false;
}
```

restituiamo vero, se finiamo di leggere l'input



```java
public static boolean scan_at_least_one_1_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == '0')
                state = 0;
            else if (ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == '0' || ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 1;
}
```

```java
public static boolean scan_at_least_one_1_without_state(String s)
{
    int i = 0;

    while (i < s.length()) {
        char ch = s.charAt(i++);

        if (ch == '0')
            // do nothing
            ;
        else if (ch == '1') {
            while (i < s.length()) {
                ch = s.charAt(i++);
                if (ch == '0' || ch == '1')
                    // do nothing
                    ;
                else
                    // invalid input
                    return false;
            }
            return true;
        }
        else
            // invalid input
            return false;
    }
    return false;
}
```

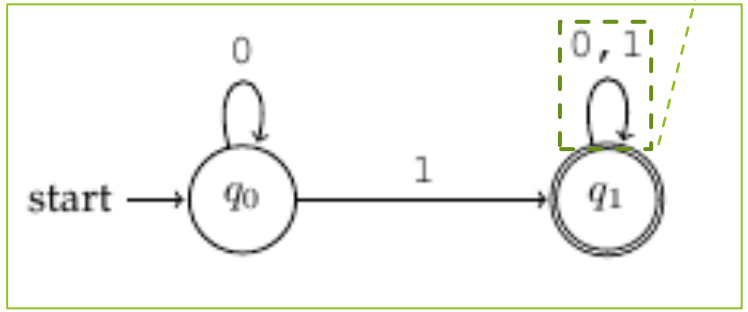


restituiamo falso, se finiamo di leggere l'input nel primo while

```java
public static boolean scan_at_least_one_1_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == '0')
                state = 0;
            else if (ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == '0' || ch == '1')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 1;
}
```

```java
public static boolean scan_at_least_one_1_without_state(String s)
{
    int i = 0;

    while (i < s.length()) {
        char ch = s.charAt(i++);

        if (ch == '0')
            // do nothing
            ;
        else if (ch == '1') {
            while (i < s.length()) {
                ch = s.charAt(i++);
                if (ch == '0' || ch == '1')
                    // do nothing
                    ;
                else
                    // invalid input
                    return false;
            }
            return true;
        }
        else
            // invalid input
            return false;
    }
    return false;
}
```

input non valido, ad es. «2», «b», ecc.



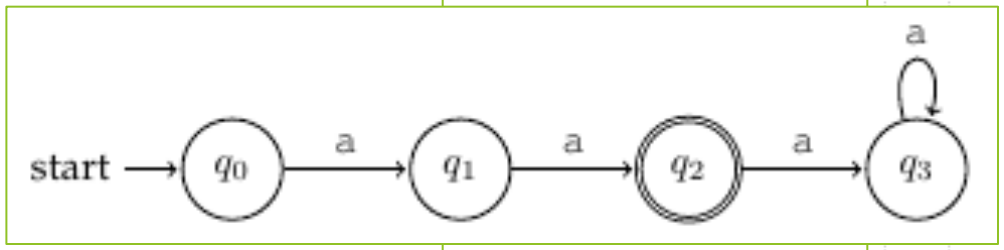
Secondo esempio

- Approccio alternativo per DFA semplici

```java
public static boolean scan_exactly_two_a_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    System.out.println(s);

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == 'a')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == 'a')
                state = 2;
            else
                state = -1;
            break;
        case 2:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        case 3:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 2;
}
```

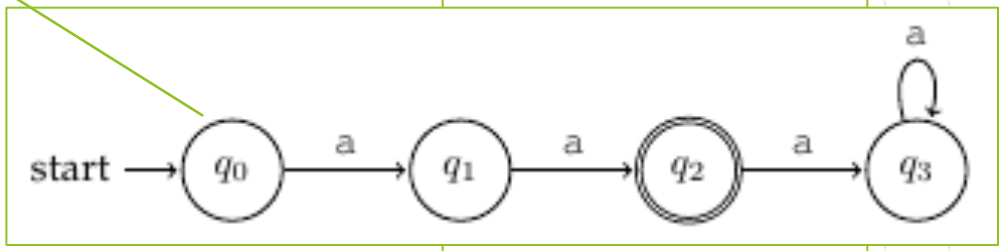
```java
public static boolean scan_exactly_two_a_without_state(String s)
{
    int i = 0;
    System.out.println(s);

    char ch = s.charAt(i++);

    if (ch == 'a') {
        if (i == s.length())
            return false;
        else {
            ch = s.charAt(i++);
            if (ch == 'a') {
                if (i == s.length())
                    return true;
                else {
                    while (i < s.length()) {
                        ch = s.charAt(i++);
                        if (ch == 'a')
                            // do nothing
                            ;
                        else
                            // invalid input
                            return false;
                    }
                    return false;
                }
            }
            else
                // invalid input
                return false;
        }
    }
    else
        // invalid input
        return false;
}
```

```java
public static boolean scan_exactly_two_a_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    System.out.println(s);

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == 'a')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == 'a')
                state = 2;
            else
                state = -1;
            break;
        case 2:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        case 3:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 2;
}
```



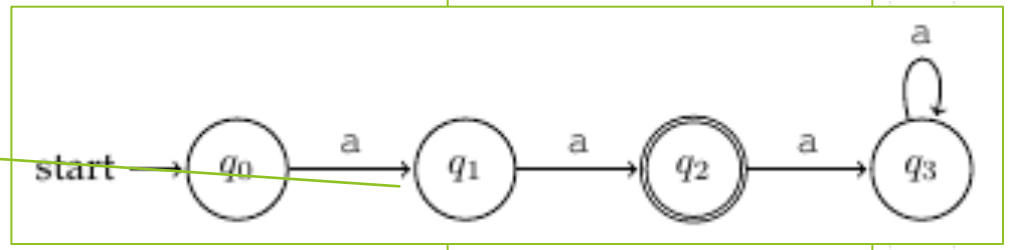

```java
public static boolean scan_exactly_two_a_without_state(String s)
{
    int i = 0;
    System.out.println(s);

    char ch = s.charAt(i++);

    if (ch == 'a') {
        if (i == s.length())
            return false;
        else {
            ch = s.charAt(i++);
            if (ch == 'a') {
                if (i == s.length())
                    return true;
                else {
                    while (i < s.length()) {
                        ch = s.charAt(i++);
                        if (ch == 'a')
                            // do nothing
                            ;
                        else
                            // invalid input
                            return false;
                    }
                    return false;
                }
            }
            else
                // invalid input
                return false;
        }
    }
    else
        // invalid input
        return false;
}
```

```java
public static boolean scan_exactly_two_a_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    System.out.println(s);

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == 'a')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == 'a')
                state = 2;
            else
                state = -1;
            break;
        case 2:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        case 3:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 2;
}
```



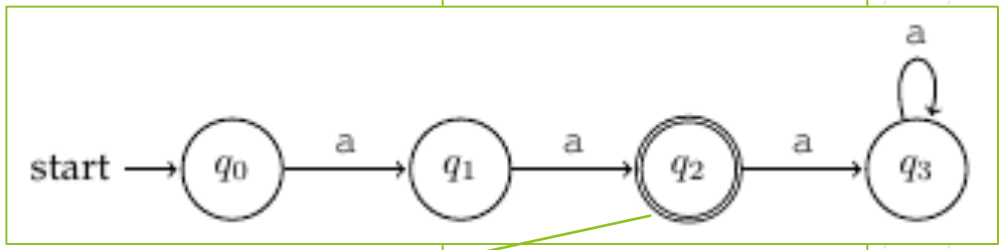

```java
public static boolean scan_exactly_two_a_without_state(String s)
{
    int i = 0;
    System.out.println(s);

    char ch = s.charAt(i++);

    if (ch == 'a') {
        if (i == s.length())
            return false;
        else {
            ch = s.charAt(i++);
            if (ch == 'a') {
                if (i == s.length())
                    return true;
                else {
                    while (i < s.length()) {
                        ch = s.charAt(i++);
                        if (ch == 'a')
                            // do nothing
                            ;
                        else
                            // invalid input
                            return false;
                    }
                    return false;
                }
            }
            else
                // invalid input
                return false;
        }
    }
    else
        // invalid input
        return false;
}
```

```java
public static boolean scan_exactly_two_a_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    System.out.println(s);

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == 'a')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == 'a')
                state = 2;
            else
                state = -1;
            break;
        case 2:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        case 3:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 2;
}
```



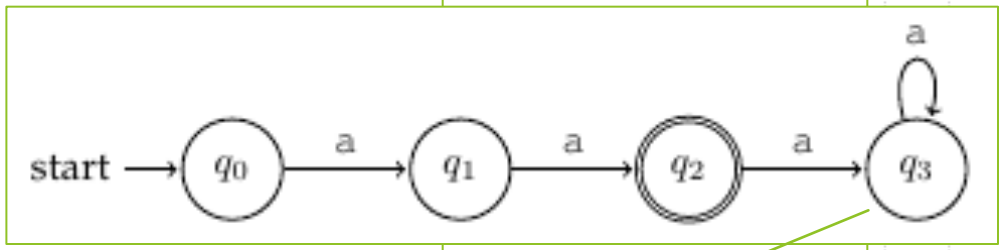

```java
public static boolean scan_exactly_two_a_without_state(String s)
{
    int i = 0;
    System.out.println(s);

    char ch = s.charAt(i++);

    if (ch == 'a') {
        if (i == s.length())
            return false;
        else {
            ch = s.charAt(i++);
            if (ch == 'a') {
                if (i == s.length())
                    return true;
                else {
                    while (i < s.length()) {
                        ch = s.charAt(i++);
                        if (ch == 'a')
                            // do nothing
                            ;
                        else
                            // invalid input
                            return false;
                    }
                    return false;
                }
            }
            else
                // invalid input
                return false;
        }
    }
    else
        // invalid input
        return false;
}
```

```java
public static boolean scan_exactly_two_a_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    System.out.println(s);

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == 'a')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == 'a')
                state = 2;
            else
                state = -1;
            break;
        case 2:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        case 3:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 2;
}
```




```java
public static boolean scan_exactly_two_a_without_state(String s)
{
    int i = 0;
    System.out.println(s);

    char ch = s.charAt(i++);

    if (ch == 'a') {
        if (i == s.length())
            return false;
        else {
            ch = s.charAt(i++);
            if (ch == 'a') {
                if (i == s.length())
                    return true;
                else {
                    while (i < s.length()) {
                        ch = s.charAt(i++);
                        if (ch == 'a')
                            // do nothing
                            ;
                        else
                            // invalid input
                            return false;
                    }
                    return false;
                }
            }
            else
                // invalid input
                return false;
        }
    }
    else
        // invalid input
        return false;
}
```

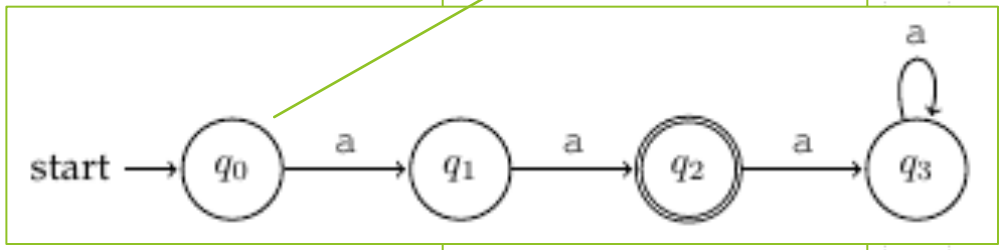
```java
public static boolean scan_exactly_two_a_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    System.out.println(s);

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == 'a')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == 'a')
                state = 2;
            else
                state = -1;
            break;
        case 2:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        case 3:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 2;
}
```




```java
public static boolean scan_exactly_two_a_without_state(String s)
{
    int i = 0;
    System.out.println(s);

    char ch = s.charAt(i++);

    if (ch == 'a') {
        if (i == s.length())
            return false;
        else {
            ch = s.charAt(i++);
            if (ch == 'a') {
                if (i == s.length())
                    return true;
                else {
                    while (i < s.length()) {
                        ch = s.charAt(i++);
                        if (ch == 'a')
                            // do nothing
                            ;
                        else
                            // invalid input
                            return false;
                    }
                    return false;
                }
            }
            else
                // invalid input
                return false;
        }
    }
    else
        // invalid input
        return false;
}
```

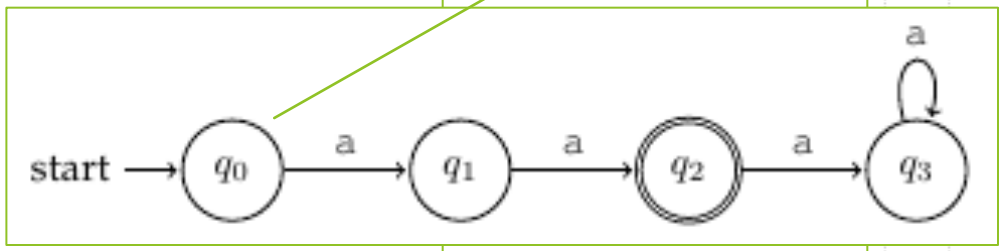
```java
public static boolean scan_exactly_two_a_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    System.out.println(s);

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == 'a')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == 'a')
                state = 2;
            else
                state = -1;
            break;
        case 2:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        case 3:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 2;
}
```

non più while ma if. Questa volta q0 non è coinvolto in un ciclo.




```java
public static boolean scan_exactly_two_a_without_state(String s)
{
    int i = 0;
    System.out.println(s);

    char ch = s.charAt(i++);

    if (ch == 'a') {
        if (i == s.length())
            return false;
        else {
            ch = s.charAt(i++);
            if (ch == 'a') {
                if (i == s.length())
                    return true;
                else {
                    while (i < s.length()) {
                        ch = s.charAt(i++);
                        if (ch == 'a')
                            // do nothing
                            ;
                        else
                            // invalid input
                            return false;
                    }
                    return false;
                }
            }
            else
                // invalid input
                return false;
        }
    }
    else
        // invalid input
        return false;
}
```

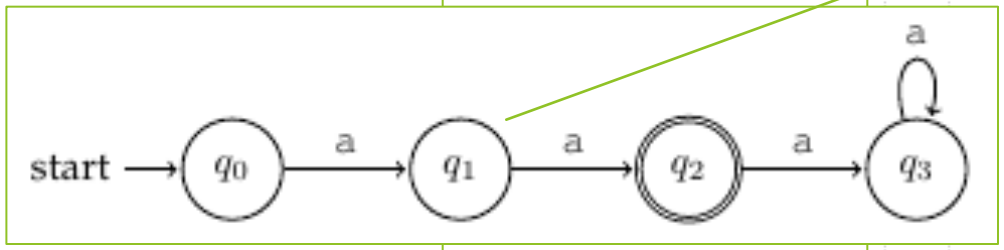
```java
public static boolean scan_exactly_two_a_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    System.out.println(s);

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == 'a')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == 'a')
                state = 2;
            else
                state = -1;
            break;
        case 2:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        case 3:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 2;
}
```



altrimenti restituiamo falso subito

```java
public static boolean scan_exactly_two_a_without_state(String s)
{
    int i = 0;
    System.out.println(s);

    char ch = s.charAt(i++);

    if (ch == 'a') {
        if (i == s.length())
            return false;
        else {
            ch = s.charAt(i++);
            if (ch == 'a') {
                if (i == s.length())
                    return true;
                else {
                    while (i < s.length()) {
                        ch = s.charAt(i++);
                        if (ch == 'a')
                            // do nothing
                            ;
                        else
                            // invalid input
                            return false;
                    }
                    return false;
                }
            }
            else
                // invalid input
                return false;
        }
    }
    else
        // invalid input
        return false;
}
```

```java
public static boolean scan_exactly_two_a_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    System.out.println(s);

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == 'a')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == 'a')
                state = 2;
            else
                state = -1;
            break;
        case 2:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        case 3:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 2;
}
```

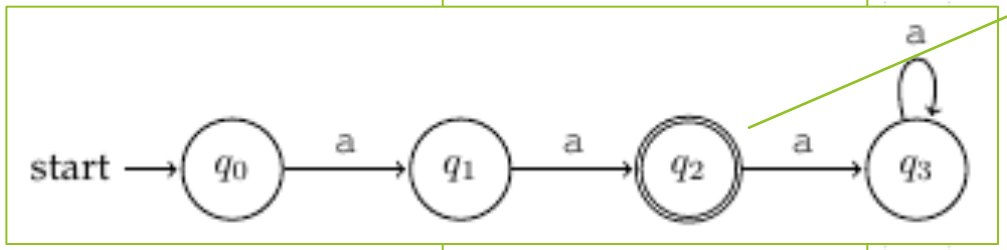


se leggiamo un'altra «a»:

- se finiamo di leggere, restituiamo vero
- ...

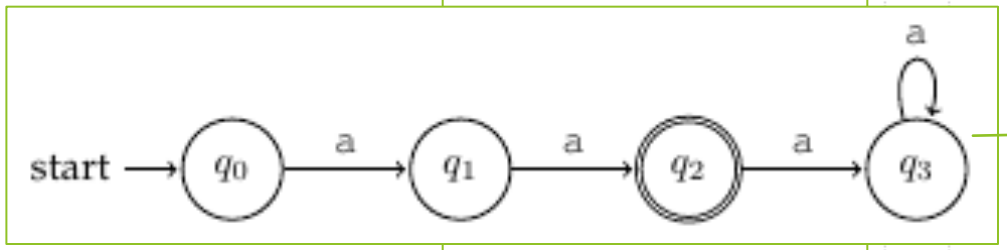
```java
public static boolean scan_exactly_two_a_without_state(String s)
{
    int i = 0;
    System.out.println(s);

    char ch = s.charAt(i++);

    if (ch == 'a') {
        if (i == s.length())
            return false;
        else {
            ch = s.charAt(i++);
            if (ch == 'a') {
                if (i == s.length())
                    return true;
                else {
                    while (i < s.length()) {
                        ch = s.charAt(i++);
                        if (ch == 'a')
                            // do nothing
                            ;
                        else
                            // invalid input
                            return false;
                    }
                    return false;
                }
            }
            else
                // invalid input
                return false;
        }
    }
    else
        // invalid input
        return false;
}
```

```java
public static boolean scan_exactly_two_a_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    System.out.println(s);

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == 'a')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == 'a')
                state = 2;
            else
                state = -1;
            break;
        case 2:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        case 3:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 2;
}
```




```java
public static boolean scan_exactly_two_a_without_state(String s)
{
    int i = 0;
    System.out.println(s);

    char ch = s.charAt(i++);

    if (ch == 'a') {
        if (i == s.length())
            return false;
        else {
            ch = s.charAt(i++);
            if (ch == 'a') {
                if (i == s.length())
                    return true;
                else {
                    while (i < s.length()) {
                        ch = s.charAt(i++);
                        if (ch == 'a')
                            // do nothing
                            ;
                        else
                            // invalid input
                            return false;
                    }
                    return false;
                }
            }
            else
                // invalid input
                return false;
        }
    }
    else
        // invalid input
        return false;
}
```

```java
public static boolean scan_exactly_two_a_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    System.out.println(s);

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == 'a')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == 'a')
                state = 2;
            else
                state = -1;
            break;
        case 2:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        case 3:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 2;
}
```

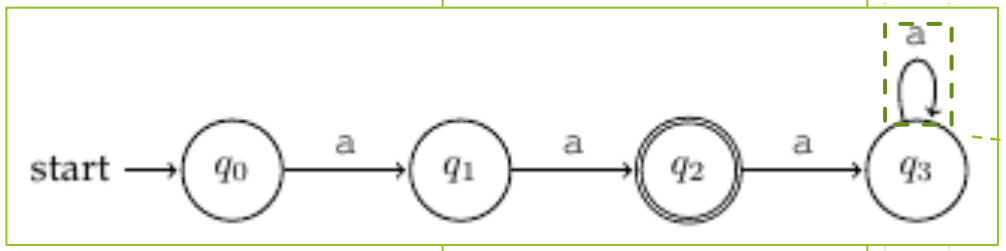



```java
public static boolean scan_exactly_two_a_without_state(String s)
{
    int i = 0;
    System.out.println(s);

    char ch = s.charAt(i++);

    if (ch == 'a') {
        if (i == s.length())
            return false;
        else {
            ch = s.charAt(i++);
            if (ch == 'a') {
                if (i == s.length())
                    return true;
                else {
                    while (i < s.length()) {
                        ch = s.charAt(i++);
                        if (ch == 'a')
                            // do nothing
                            ;
                        else
                            // invalid input
                            return false;
                    }
                    return false;
                }
            }
            else
                // invalid input
                return false;
        }
    }
    else
        // invalid input
        return false;
}
```

usiamo il while, ma non è obbligatorio

solo per esplicitare meglio relazione con automa

```java
public static boolean scan_exactly_two_a_with_state(String s)
{
    int state = 0;
    int i = 0;

    System.out.println(s);

    while (state >= 0 && i < s.length()) {
        final char ch = s.charAt(i++);
        switch (state) {
        case 0:
            if (ch == 'a')
                state = 1;
            else
                state = -1;
            break;
        case 1:
            if (ch == 'a')
                state = 2;
            else
                state = -1;
            break;
        case 2:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        case 3:
            if (ch == 'a')
                state = 3;
            else
                state = -1;
            break;
        }
    }
    return state == 2;
}
```




```java
public static boolean scan_exactly_two_a_without_state(String s)
{
    int i = 0;
    System.out.println(s);

    char ch = s.charAt(i++);

    if (ch == 'a') {
        if (i == s.length())
            return false;
        else {
            ch = s.charAt(i++);
            if (ch == 'a') {
                if (i == s.length())
                    return true;
                else {
                    while (i < s.length()) {
                        ch = s.charAt(i++);
                        if (ch == 'a')
                            // do nothing
                            ;
                        else
                            // invalid input
                            return false;
                    }
                    return false;
                }
            }
            else
                // invalid input
                return false;
        }
    }
    else
        // invalid input
        return false;
}
```

Considerazione

- Spesso, si implementa il lexer (fase successiva) senza pensare a questa prima parte su automi
  - Spesso, in questo modo si sbaglia! Attenzione
    - Non dimenticate questa parte di automi nel momento in cui implementerete le prossime parti.

Analisi lessicale

- Analisi lessicale:
  - Input: un programma scritto in un linguaggio di programmazione.
  - Operazione: *raggruppare* sequenze di caratteri dell'input in elementi atomici del linguaggio (ad esempio, parole chiave, constanti numeriche, identificatori, operatori aritmetici, operatori logici, operatori di confronto, parentesi, ecc.).
  - Output: una sequenza di *token*; ogni token corrisponde ad un elemento atomico del linguaggio.

Analisi lessicale

- Analisi lessicale:
  - Input: un programma scritto in un linguaggio di programmazione.
  - Operazione: *raggruppare* sequenze di caratteri dell'input in elementi atomici del linguaggio (ad esempio, parole chiave, constanti numeriche, identificatori, operatori aritmetici, operatori logici, operatori di confronto, parentesi, ecc.).
  - Output: una sequenza di *token*; ogni token corrisponde ad un elemento atomico del linguaggio.

ad es. «print(a)»

Analisi lessicale

- Analisi lessicale:
  - Input: un programma scritto in un linguaggio di programmazione.
  - Operazione: *raggruppare* sequenze di caratteri dell'input in elementi atomici del linguaggio (ad esempio, parole chiave, constanti numeriche, identificatori, operatori aritmetici, operatori logici, operatori di confronto, parentesi, ecc.).
  - Output: una sequenza di *token*; ogni token corrisponde ad un elemento atomico del linguaggio.

ad es. «print(a)»
sequenza di simboli

Analisi lessicale

- Analisi lessicale:
  - Input: un programma scritto in un linguaggio di programmazione.
  - Operazione: *raggruppare* sequenze di caratteri dell'input in elementi atomici del linguaggio (ad esempio, parole chiave, constanti numeriche, identificatori, operatori aritmetici, operatori logici, operatori di confronto, parentesi, ecc.).
  - Output: una sequenza di *token*; ogni token corrisponde ad un elemento atomico del linguaggio.

ad es. «print(a)»

print è una parola chiave -> elemento atomico

Analisi lessicale

- Analisi lessicale:
  - Input: un programma scritto in un linguaggio di programmazione.
  - Operazione: *raggruppare* sequenze di caratteri dell'input in elementi atomici del linguaggio (ad esempio, parole chiave, constanti numeriche, identificatori, operatori aritmetici, operatori logici, operatori di confronto, parentesi, ecc.).
  - Output: una sequenza di *token*; ogni token corrisponde ad un elemento atomico del linguaggio.

< ? > ←→ token

print(a)

<266, print> <40> <257, a> <41> <-1>

266 è il nome del token, con attributo associato la stringa print

Analisi lessicale

- Esempi di elementi atomici di un linguaggio «Java-like»:
  - Parole chiave (`while`, `print`)
  - Identificatori (`i`, `f`)
  - Operatori (`:=`, `<=`, `*`, `+`)
  - Costanti (`2`, `1`)
  - Simboli di punteggiatura (`;`, `(`, `)`, `{`, `}`)
  - …

```
i:=2;
f:=1;
while(i<=n){
      f:=f*i;
      i:=i+1
};
print(f)
```

Analisi lessicale: terminologia

- Unità lessicale: elemento atomico del linguaggio dell'input.
  - Esempi: la parola chiave `while`, un identificatore, un costante, ecc.
- *Token*: è un elemento che consiste di un nome, oppure una coppia che consiste di un nome e un attributo.
  - *Nome del token*: «simbolo astratto» che rappresenta un'unità lessicale.
- *Pattern*: la descrizione della forma che le sequenze di caratteri di un'unità lessicale possono avere.
  - Esempio: un identificatore è descritta da una sequenza di lettere e cifre numeriche, dove la sequenza non inizia con una cifra numerica.
- *Lessema*: sequenza di caratteri del programma sorgente che rispetta il pattern del token.

Analisi lessicale: terminologia

- Unità lessicale: elemento atomico del linguaggio dell'input.
  - Esempi: la parola chiave `while`, un identificatore, un costante, ecc.
- *Token*: è un elemento che consiste di un nome, oppure una coppia che consiste di un nome e un attributo.
  - *Nome del token*: «simbolo astratto» che rappresenta un'unità lessicale.
- *Pattern*: la descrizione della forma che le sequenze di caratteri di un'unità lessicale possono avere.
  - Esempio: un identificatore è descritta da una sequenza di lettere e cifre numeriche, dove la sequenza non inizia con una cifra numerica.
- *Lessema*: sequenza di caratteri del programma sorgente che rispetta il pattern del token.

ad es. per «print» il pattern è proprio la sequenza di caratteri
p r i n t

Token del linguaggio

Token	Pattern	Nome
Numeri	Costante numerica	256
Identificatore	Lettera seguita da lettere e cifre	257
Relop	Operatore relazionale (<,>,<=,>=,==,<>)	258
Assegnamento	`assign`	259
To	`to`	260
Conditional	`conditional`	261
Option	`option`	262
Do	`do`	263
Else	`else`	264
While	`while`	265
Begin	`begin`	266
End	`end`	267
Print	`print`	268
Read	`read`	269
Disgiunzione	`||`	270
Congiunzione	`&&`	271
Negazione	!	33
Parentesi tonda sinistra	(	40
Parentesi tonda destra	)	41
Parentesi quadra sinistra	[	91
Parentesi quadra destra	]	93
Parentesi graffa sinistra	{	123
Parentesi graffa destra	}	125
Somma	+	43
Sottrazione	-	45
Moltiplicazione	*	42
Divisione	/	47
Punto e virgola	;	59
Virgola	,	44
EOF	Fine dell'input	-1

- Pattern: nella tabella i pattern sono descritti testualmente.
  - In generale i pattern sono descritti tramite le espressioni regolari.
  - «Costante numerica»:

    0 + (1+…+9)(0+…+9)*

    (non trattiamo numeri con sequenze di 0 iniziali).
  - Identificatore come «Lettera seguita da lettere e cifre»:

    [a-zA-Z][a-zA-Z0-9]*

Token del linguaggio

Token	Pattern	Nome
Numeri	Costante numerica	256
Identificatore	Lettera seguita da lettere e cifre	257
Relop	Operatore relazionale (<,>,<=,>=,==,<>)	258
Assegnamento	`assign`	259
To	`to`	260
Conditional	`conditional`	261
Option	`option`	262
Do	`do`	263
Else	`else`	264
While	`while`	265
Begin	`begin`	266
End	`end`	267
Print	`print`	268
Read	`read`	269
Disgiunzione	`||`	270
Congiunzione	`&&`	271
Negazione	`!`	33
Parentesi tonda sinistra	`(`	40
Parentesi tonda destra	`)`	41
Parentesi quadra sinistra	`[`	91
Parentesi quadra destra	`]`	93
Parentesi graffa sinistra	`{`	123
Parentesi graffa destra	`}`	125
Somma	`+`	43
Sottrazione	`-`	45
Moltiplicazione	`*`	42
Divisione	`/`	47
Punto e virgola	`;`	59
Virgola	`,`	44
EOF	Fine dell'input	-1

- Nomi:
  - I nomi dei token sono espressi come costanti numeriche.
  - Per i token che corrispondono ad un singolo simbolo: utilizziamo il codice ASCII del simbolo.
    - Eccezioni: `<` e `>` (perché c'è un token per gli operatori relazionali), constanti numeriche e identificatori che corrispondono a un singolo simbolo, ad esempio `8` oppure `x`.

Esempi di generazione di token

Token	Pattern	Nome
Numeri	Costante numerica	256
Identificatore	Lettera seguita da lettere e cifre	257
Relop	Operatore relazionale (<,>,<=,>=,==,<>)	258
Assegnamento	`assign`	259
To	`to`	260
Conditional	`conditional`	261
Option	`option`	262
Do	`do`	263
Else	`else`	264
While	`while`	265
Begin	`begin`	266
End	`end`	267
Print	`print`	268
Read	`read`	269
Disgiunzione	`||`	270
Congiunzione	`&&`	271
Negazione	!	33
Parentesi tonda sinistra	(	40
Parentesi tonda destra	)	41
Parentesi quadra sinistra	[	91
Parentesi quadra destra	]	93
Parentesi graffa sinistra	{	123
Parentesi graffa destra	}	125
Somma	+	43
Sottrazione	-	45
Moltiplicazione	*	42
Divisione	/	47
Punto e virgola	;	59
Virgola	,	44
EOF	Fine dell'input	-1

Input:

`read(a)`

Sequenza di token generata:

<269, read>

<40>

<257, a>

<41>

<-1>

Esempi di generazione di token

Token	Pattern	Nome
Numeri	Costante numerica	256
Identificatore	Lettera seguita da lettere e cifre	257
Relop	Operatore relazionale (<,>,<=,>=,==,<>)	258
Assegnamento	`assign`	259
To	`to`	260
Conditional	`conditional`	261
Option	`option`	262
Do	`do`	263
Else	`else`	264
While	`while`	265
Begin	`begin`	266
End	`end`	267
Print	`print`	268
Read	`read`	269
Disgiunzione	`||`	270
Congiunzione	`&&`	271
Negazione	!	33
Parentesi tonda sinistra	(	40
Parentesi tonda destra	)	41
Parentesi quadra sinistra	[	91
Parentesi quadra destra	]	93
Parentesi graffa sinistra	{	123
Parentesi graffa destra	}	125
Somma	+	43
Sottrazione	–	45
Moltiplicazione	*	42
Divisione	/	47
Punto e virgola	;	59
Virgola	,	44
EOF	Fine dell'input	-1

Input:

```
While (> x 0) print(x)
```

Sequenza di token generata:

- <265, while>
  <40>
  <258, > >
  <257, x>
  <256, 0>
  <41>
  <268, print>
  <40>
  <257, x>
  <41>
  <-1>

Esempi di generazione di token

Token	Pattern	Nome
Numeri	Costante numerica	256
Identificatore	Lettera seguita da lettere e cifre	257
Relop	Operatore relazionale (<,>,<=,>=,==,<>)	258
Assegnamento	`assign`	259
To	`to`	260
Conditional	`conditional`	261
Option	`option`	262
Do	`do`	263
Else	`else`	264
While	`while`	265
Begin	`begin`	266
End	`end`	267
Print	`print`	268
Read	`read`	269
Disgiunzione	`||`	270
Congiunzione	`&&`	271
Negazione	!	33
Parentesi tonda sinistra	(	40
Parentesi tonda destra	)	41
Parentesi quadra sinistra	[	91
Parentesi quadra destra	]	93
Parentesi graffa sinistra	{	123
Parentesi graffa destra	}	125
Somma	+	43
Sottrazione	-	45
Moltiplicazione	*	42
Divisione	/	47
Punto e virgola	;	59
Virgola	,	44
EOF	Fine dell'input	-1

Input:

```
&& 5 begin
```

Sequenza di token generata:

- <271, &&>
  <256, 5>
  <123>
  <266, begin>
  <-1>

Per il momento non dobbiamo occuparci della struttura dell'input, solo della generazione di token seguendo la descrizione della tabella.

Attributi dei token

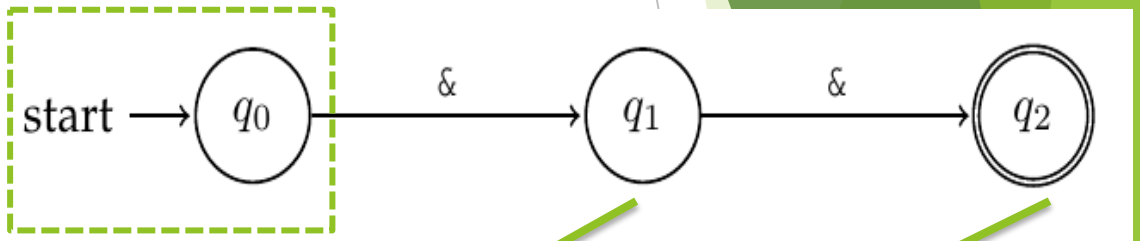
- Attributi sono importanti per i token seguenti: numeri, identificatori, operatori relazionali.
  - Esempio: per `x<5`, genera <257,x> <258, < > <256, 5> <-1> - bisogna sapere quale identificatore (attributo “x”) è confrontato con quale costante numerica (attributo “5”), e in quale maniera (attributo “<”).
  - Questi attributi saranno **necessari** per la generazione di codice intermedio (ultimo argomento del laboratorio).
- Nell’implementazione, per comodità, anche i token che corrispondono a lessemi con più simboli (`||`, `&&`, le parole chiave) avranno attributi.

Analizzatore lessicale (lexer)

- Dato un input (programma scritto in un certo linguaggio), l'analizzatore lessicale produce una **sequenza di token** che corrisponde all'input.
- Gestisce anche «**white space**» (spazi bianchi, tabulazioni, ritorno a capo): **deve essere ignorato** (non corrisponde a nessun token).
- Deve **segnalare la presenza di caratteri illeciti** che non corrispondono ai pattern di nessun token, ad esempio # o @ per nostro linguaggio.

Utilizzo dei DFA nell'implementazione del lexer

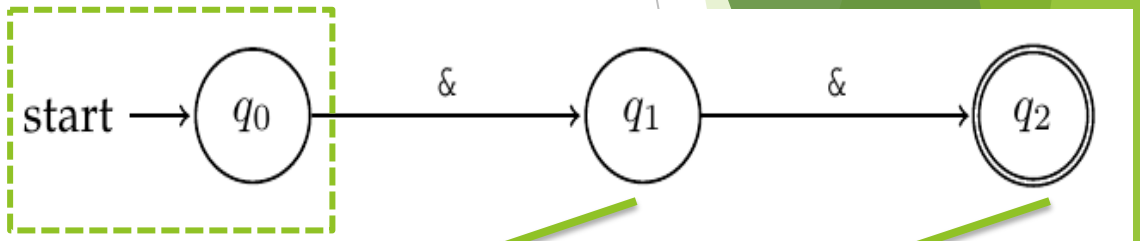
- **Domanda**: come capire che una sotto-sequenza di simboli dell'input corrisponde ad un token?
- **Risposta**: Quando la sotto-sequenza corrisponde al pattern del token (problema di *riconoscimento* della sotto-sequenza).




```
case '&':
    readch(br);
    if (peek == '&') {
        peek = ' ';
        return Word.and;
    } else {
        System.err.println("Erroneous character"
                + " after & : "  + peek );
        return null;
    }
```

Utilizzo dei DFA nell'implementazione del lexer

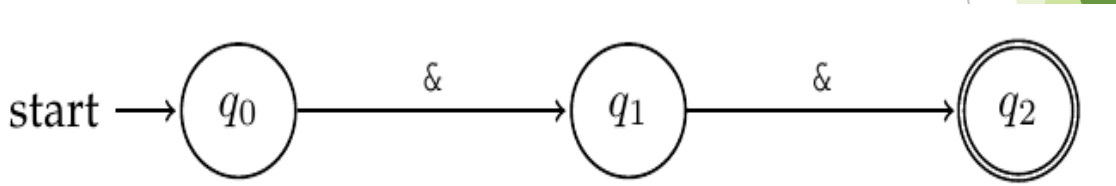
- Per ogni token, tradurre il pattern (espressione regolare) con un DFA.
  - **Passi della traduzione: espressione regolare ⇨ ε-NFA ⇨ DFA ⇨ DFA minimo.**
  - I pattern di nostro linguaggio sono semplici: si può progettare il DFA direttamente, senza fare la traduzione.
- Implementare il DFA come parte del lexer.
- Esempio a destra: token per `&&`




```
case '&':
    readch(br);
    if (peek == '&') {
        peek = ' ';
        return Word.and;
    } else {
        System.err.println("Erroneous character"
                + " after & : "  + peek );
        return null;
    }
```

Utilizzo dei DFA nell'implementazione del lexer

- Implementare il DFA come parte del lexer.
  - Esempio a destra: token per `&&`



- DFA molto semplice!
  - come dicevamo ad inizio lezione...

```
case '&':
    readch(br);
    if (peek == '&') {
        peek = ' ';
        return Word.and;
    } else {
        System.err.println("Erroneous character"
                + " after & : "  + peek );
        return null;
    }
```

Utilizzo dei DFA nell'implementazione del lexer

- Ricapitolando:
  - Per ogni token
    - se complesso,
      - espressione regolare – e-NFA - DFA - DFA minimo.
    - altrimenti direttamente
      - DFA semplice
        - implementazione «alternativa»
      - DFA complesso
        - Implementazione «classica»

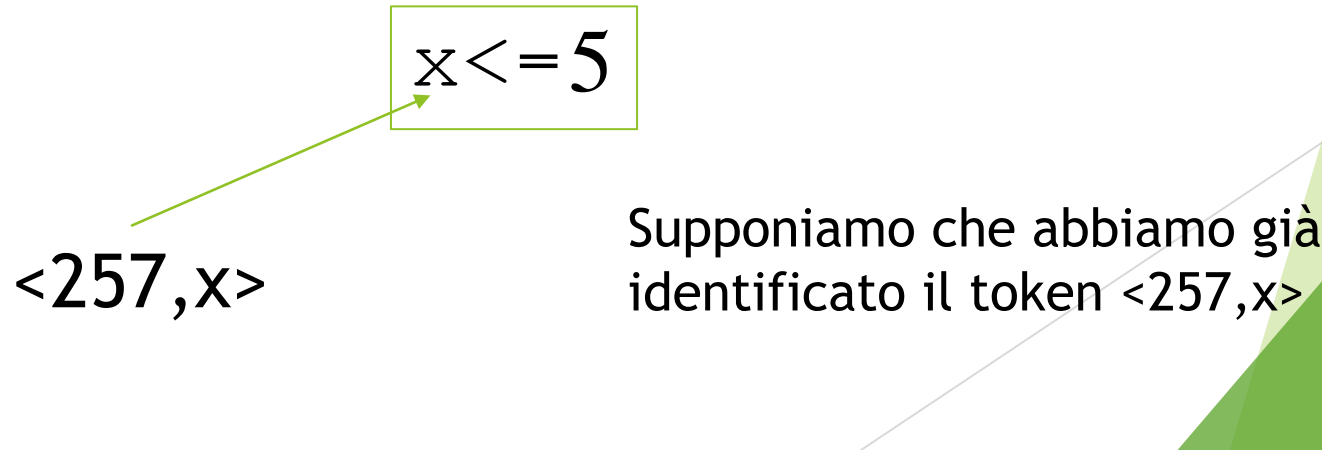
Riconoscimento dei token

- Dopo il riconoscimento di un token, dobbiamo identificare con cura qual è il prossimo simbolo dell'input da analizzare.
- **Esempio (1):**
  - Per l'input `x<=5`, dopo la lettura della sotto-sequenza **<=**, siamo sicuri che quella sotto-sequenza corrisponde al token **<258, <= >.**
  - Il prossimo simbolo, cioè `5`, sarà poi letto nel contesto dell'identificazione del *prossimo* token.

$$x<=5$$

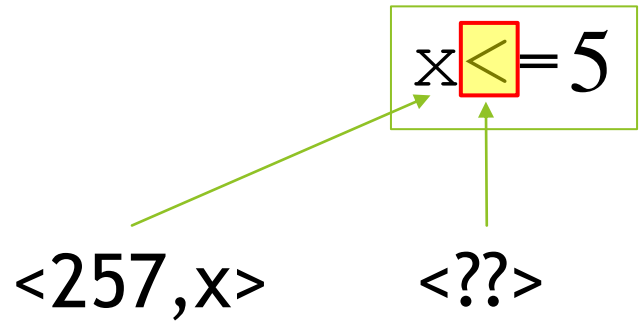
Riconoscimento dei token

- Dopo il riconoscimento di un token, dobbiamo identificare con cura qual è il prossimo simbolo dell'input da analizzare.
- **Esempio (1):**
  - Per l'input `x<=5`, dopo la lettura della sotto-sequenza `<=`, siamo sicuri che quella sotto-sequenza corrisponde al token <258, <= >.
  - Il prossimo simbolo, cioè `5`, sarà poi letto nel contesto dell'identificazione del *prossimo* token.



Riconoscimento dei token

- Dopo il riconoscimento di un token, dobbiamo identificare con cura qual'è il prossimo simbolo dell'input da analizzare.
- **Esempio (1):**
  - Per l'input `x<=5`, dopo la lettura della sotto-sequenza `<=`, siamo sicuri che quella sotto-sequenza corrisponde al token <258, <= >.
  - Il prossimo simbolo, cioè `5`, sarà poi letto nel contesto dell'identificazione del *prossimo* token.

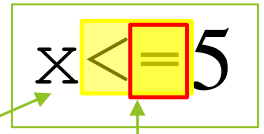


Legge il < come primo passo per identificare il prossimo token

Riconoscimento dei token

- Dopo il riconoscimento di un token, dobbiamo identificare con cura qual'è il prossimo simbolo dell'input da analizzare.
- **Esempio (1):**
  - Per l'input x<=5, dopo la lettura della sotto-sequenza <=, siamo sicuri che quella sotto-sequenza corrisponde al token <258, <= >.
  - Il prossimo simbolo, cioè 5, sarà poi letto nel contesto dell'identificazione del *prossimo* token.

decidiamo quando leggiamo l'uguale =



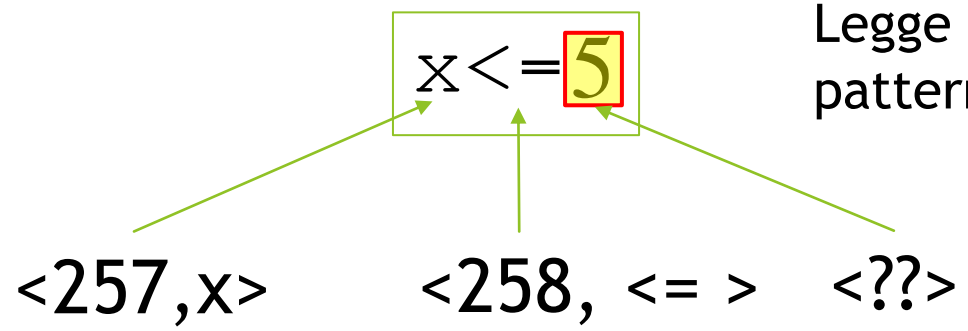
<257,x>

<258, <= >

Legge il carattere =, così è sicuro che il prossimo token da generare sarà <258, <= >

Riconoscimento dei token

- Dopo il riconoscimento di un token, dobbiamo identificare con cura qual'è il prossimo simbolo dell'input da analizzare.
- **Esempio (1):**
  - Per l'input `x<=5`, dopo la lettura della sotto-sequenza `<=`, siamo sicuri che quella sotto-sequenza corrisponde al token <258, <= >.
  - Il prossimo simbolo, cioè `5`, sarà poi letto nel contesto dell'identificazione del *prossimo* token.



Legge il `5`, che fa parte del pattern del *prossimo* token

Riconoscimento dei token

- **Esempio (2):**
  - Per l'input x<5, dopo la lettura del <, non è ancora chiaro se il token corrisponde a <258,<= >, <258, <> > oppure <258, < >.
  - Quindi il simbolo dopo <, cioè 5, dev'essere letto.
  - A quel punto, è chiaro che il token per l'operatore relazionale è <258, < >.
  - Procediamo con l'identificazione del prossimo token, prendendo in considerazione il fatto che abbiamo già letto il 5 (che sarà il primo simbolo del lessema del prossimo token da generare).

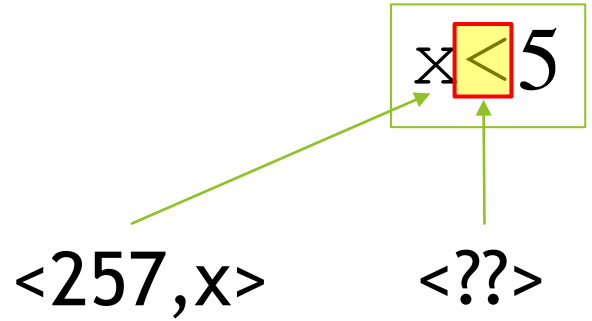
x<5

<257,x>

Supponiamo che abbiamo già identificato il token <257,x>

Riconoscimento dei token

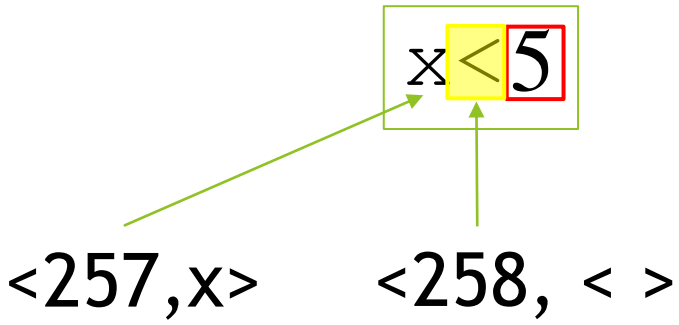
- Esempio (2):
  - Per l'input x<5, dopo la lettura del <, non è ancora chiaro se il token corrisponde a <258,<= >, <258, <> > oppure <258, < >.
  - Quindi il simbolo dopo <, cioè 5, dev'essere letto.
  - A quel punto, è chiaro che il token per l'operatore relazionale è <258, < >.
  - Procediamo con l'identificazione del prossimo token, prendendo in considerazione il fatto che abbiamo già letto il 5 (che sarà il primo simbolo del lessema del prossimo token da generare).



Legge il < come primo passo per identificare il prossimo token

Riconoscimento dei token

- Esempio (2):
  - Per l'input x<5, dopo la lettura del <, non è ancora chiaro se il token corrisponde a <258,<= >, <258, <> > oppure <258, < >.
  - Quindi il simbolo dopo <, cioè 5, dev'essere letto.
  - A quel punto, è chiaro che il token per l'operatore relazionale è <258, < >.
  - Procediamo con l'identificazione del prossimo token, prendendo in considerazione il fatto che abbiamo già letto il 5 (che sarà il primo simbolo del lessema del prossimo token da generare).



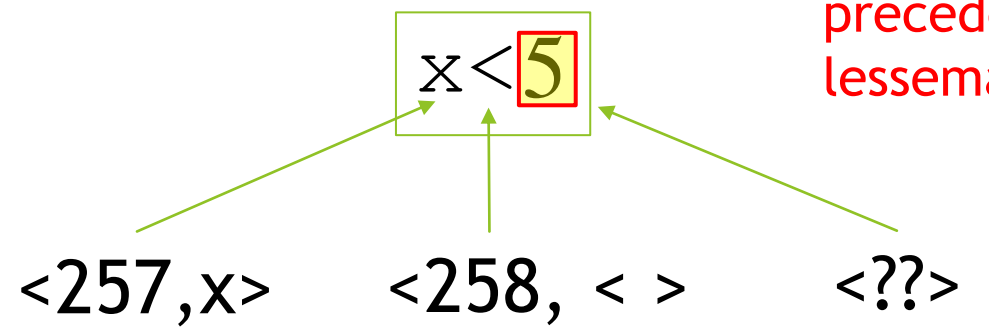
capiamo quando leggiamo il 5

dato che in nessun pattern possiamo avere la sequenza <5 all'inizio, è sicuro che < corrisponde al token **<258, < >**

Riconoscimento dei token

- Esempio (2):
  - Per l'input x<5, dopo la lettura del <, non è ancora chiaro se il token corrisponde a <258,<= >, <258, <> > oppure <258, < >.
  - Quindi il simbolo dopo <, cioè 5, dev'essere letto.
  - A quel punto, è chiaro che il token per l'operatore relazionale è <258, < >.
  - Procediamo con l'identificazione del prossimo token, prendendo in considerazione il fatto che abbiamo già letto il 5 (che sarà il primo simbolo del lessema del prossimo token da generare).

Il 5 letto al passo precedente fa parte del lessema del prossimo token



Riconoscimento dei token

- Come facciamo a distinguere
  - identificatori
- da
  - operazioni come print, while, ecc.?

Riconoscimento dei token

- Come facciamo a distinguere
  - identificatori
- da
  - operazioni come print, while, ecc.?

identificatori: lettere seguite eventualmente da numeri, non considerando le parole chiave

Riconoscimento dei token

- Come facciamo a distinguere
  - identificatori
- da
  - operazioni come print, while, ecc.?

identificatori: lettere seguite eventualmente da numeri, non considerando le parole chiave

> prima si procede con pattern per identificatori, dopodiché si controlla di non aver letto una parola chiave e si assegna il token id in caso negativo

Gestione identificatori/parole chiave

- Dopo la lettura di un lessema di un identificatore: utilizzare il lessema per l'attributo del token (ad esempio, per l'identificatore `temp`, otteniamo il token <257, temp>).
- Parole chiave: corrispondono al pattern degli identificatori («lettera seguita da lettere e cifre», cioè [a-z A-Z][a-z A-Z 0-9]*).
- Consiglio per l'implementazione:
  - Prima identificare una sotto-sequenza che corrisponde al pattern degli identificatori («lettera seguita da lettere e cifre»), memorizzando la sotto-sequenza come una `string`.
  - Poi confrontare la `string` con tutte le parole chiave; se la `string` non corrisponde a una delle parole chiave, è per forza un identificatore.

Andiamo sul codice!

- Dalla pagina Moodle del corso, scaricate la cartella «**Codice analisi lessicale**», che include:
  - *Tag.java*
  - *Token.java*
  - *Word.java*
  - *NumberTok.java*
  - *Lexer.java*

It’s your turn now...

- Definire **NumberTok**

- Completare **Lexer**